Desservir les faibles densités par les transports collectifs routiers : des réseaux aux prises avec le territoire

Matthieu Drevelle

▶ **To cite this version:**

Matthieu Drevelle. Desservir les faibles densités par les transports collectifs routiers : des réseaux aux prises avec le territoire. Géographie. Université Paris 1 - Panthéon Sorbonne, 2015. Français. NNT : . tel-01230497

HAL Id: tel-01230497

https://theses.hal.science/tel-01230497

Submitted on 18 Nov 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial 4.0 International License

Université Paris 1 - Panthéon Sorbonne
Thèse de doctorat en Géographie-Aménagement

Desservir les faibles densités par les transports collectifs routiers : des réseaux aux prises avec le territoire

Tome 1 : Mémoire de Thèse

Matthieu Drevelle

Thèse soutenue le 23 octobre 2015 devant le jury composé de :

Francis Beaucire,	directeur de thèse
Laurent Chapelon,	rapporteur
Jean-Pierre Nicolas,	rapporteur
Gabriel Dupuy,	examinateur
Pierre-Henri Emangard,	examinateur
Henri Saïsset,	examinateur

Salut à toi ô mon frère Salut à toi peuple khmer Salut à toi l'Algérien Salut à toi le Tunisien Salut à toi Bangladesh Salut à toi peuple grec Salut à toi petit Indien Salut à toi punk iranien Salut à toi rebelle afghan Salut à toi le dissident Salut à toi le Chilien Salut à toi le p'tit Malien Salut à toi le Mohican Salut à toi peuple gitan Salut à toi l'Ethiopien Salut à toi le tchadien Salut à vous les Partisans Salut à toi "cholie all'mante" Salut à toi le Vietnamien Salut à toi le Cambodgien Salut à toi le Japonais Salut à toi l'Thaïlandais Salut à toi le Laotien Salut à toi le Coréen Salut à toi le Polonais Salut à toi l'Irlandais Salut à toi l'Européen Salut à toi le Mongolien Salut à toi le Hollandais Salut à toi le Portugais Salut à toi le Mexicain Salut à toi le marocain Salut à toi le Libanais Salut à toi l'Pakinstanais Salut à toi le Philippin Salut à toi l'Jamaïcan Salut à toi le Guyanais Salut à toi le Togolais Salut à toi le Guinéen Salut à toi le Guadeloupéen Salut à toi le Congolais Salut à toi le Sénégalais Salut à toi l'Afro-cubain Salut à toi l'Porto-ricain Salut à toi la Haute Volta Salut à toi le Nigéria Salut à toi le Gaboni Salut à toi le vieux chtimi Salut à toi Che Guevara Salut aux comités d'soldats Salut à tous les hommes libres Salut à tous les apatrides Salut à toi la Bertaga Salut aussi à la Banda Salut à toi punk anarchiste Salut à toi skin communiste Salut à toi le Libéria Salut à toi le Sri Lanka Salut à toi le sandiniste Salut à toi l'unijambiste Salut l'mouv'ment des Jeunes Arabes Salut à toi Guatemala Salut l'P4 du contingent Salut à toi le Shotokan Salut à toi peuple Kanak Salut à toi l'tchécoslovaque Salut à tous les p'tits dragons Salut à toi qui est keupon Salut à toi jeune Malgache Salut à toi le peuple basque Salut à toi qu'est au violon Salut à toi et mort aux cons Salut à toi le Yougoslave Salut à toi le voyou slave Salut à toi le Salvador Salut à toi le Molodoï Salut à toi le Chinois Salut à toi le Zaïrois Salut à toi l'Espagnol Salut à toi le Ravachol Salut à toi le Hongrois Salut à toi l'iroquois Salut aussi à tous les gosses Des îles Maudites jusqu'à l'Ecosse Salut à vous tous les zazous Salut à la jeune garde rouge Salut à toi le peuple corse Salut aux filles du Crazy Horse Salut à toi la vache qui rit Salut à Laurel et Hardy Salut à toi peuple nomade Salut à tous les "camawades" Salut à toutes les mères qui gueulent Salut aussi à Yul Brunner Salut à toi l'handicapé Salut Jeunesse du monde entier

— Bérurier noir, *Salut à toi*

Remerciements

La réalisation et la rédaction d'un doctorat est loin d'être un œuvre solitaire et si peu de noms apparaissent sur la couverture, beaucoup méritent d'être remerciés pour leur aide, leur soutien ou leur intérêt durant l'une ou l'ensemble des années qu'a duré le doctorat.

Tout d'abord, je souhaite remercier mes parents qui m'ont toujours soutenu dans mes choix d'orientation, quand bien même cela ne paraissait pas toujours logique, car « l'important, c'est de faire quelque chose que l'on aime ».

Je remercie évidemment tout ceux sans qui la thèse n'aurait jamais vu le jour : Francis Beaucire, qui m'a fait confiance toutes ces années, me laissant de nombreuses libertés dans ma recherche et toujours de bon conseil lorsque je me perdais un peu au milieu de 1000 idées irréalisables ; Pierre Henri Emangard, qui a lancé le sujet initial et m'a accompagné tout au long de la recherche ; Yann Leriche, alors directeur de Transamo, qui a su donné sa chance à un jeune chercheur en lançant le premier contrat Cifre de l'entreprise. Par parallélisme, je remercie également les rapporteur et universitaires du jury, sans qui cette thèse n'aurait jamais pu être soutenue : Laurent Chapelon, Jean-Pierre Nicolas et Gabriel Dupuy.

Entre le début et la fin de la thèse, il a fallu faire de la recherche ! Je remercie donc Vincent Cordonnier et Henri Saïsset de m'avoir permis de faire ma thèse dans de très bonnes conditions à Transamo. Je remercie également Xavier Desjardins et Jean Debrie pour avoir apporter un regard curieux et constructif sur mon travail. J'adresse une pensée à l'ensemble de mes collègues transamiens et en particuliers à ceux qui ont eut la (mal)chanche de partager mon bureau, votre bonne humeur a été un moteur puissant de ce travail. Et puis, il y a bien évidemment toutes l'équipe du CRIA et particulièrement les doctorants de la salle 312 : on avait beau être à l'étroit, les sessions de travail au labo était toujours fort sympathiques et enrichissantes. Enfin, je remercie toutes celles et ceux, doctorant(e)s, chercheur(se)s, technicien(ne)s ou autres, qui m'ont donné un conseil judicieux ou m'ont apporté une aide précieuse à un moment ou un autre du doctorat (et dont malheureusement je ne tenterai

pas d'établir la liste de peur de faire des oublis fâcheux).

Last but not least, viennent toutes celles et ceux qui, sans avoir eu un lien direct avec mon doctorat, ont eu beaucoup d'importance durant mes années de doctorants. Là encore, je ne me risquerai pas au jeu de l'énumération, vous êtes trop nombreux et j'espère que vous vous reconnaitrez ! Je pense bien évidemment à ma famille qui m'a permis de chouettes aérations picardes à intervalle régulier et à mon frère, premier docteur de la famille, et grâce à qui une partie de ce manuscrit a été rédigé en contemplant la rade de Brest ! Et puis je ne remercierai jamais assez mes amis avec qui j'ai pu partager un rire, un verre, un voyage, un bout de vie...

Avant-propos

La présente recherche a bénéficié du soutien :
- De la société Transamo, puisqu'elle a été réalisée dans le cadre d'une convention CIFRE du 10 janvier 2013 au 31 mars 2014.
- Du PREDIT 4, dans la mesure où une partie des travaux présentés dans cette thèse ont été réalisés dans le cadre du projet "Typologie et desservabilité des espaces périurbains".

Les résultats de la thèse ont fait l'objet des publications et communications scientifiques suivantes (en novembre 2015) :
- La partie 2 (chapitres 3 à 6) et l'Atlas constituent le cœur de la recherche *Typologie et desservabilité des espaces périurbains* (Drevelle et Emangard, 2013). Les résultats de cette partie ont également été publiés aux éditions Economica sous le titre *Atlas de la France périurbaine : morphologie et desservabilité* (Drevelle et Emangard, 2015).
- Les résultats du chapitre 3 ont fait l'objet d'une communication lors du 17e Ecqtg (Drevelle, 2011a).
- Les résultats des chapitres 4 à 6 ont fait l'objet d'une communication lors du 18e Ecqtg (Drevelle, 2013c).
- Les résultats de la section 7.2 ont fait l'objet d'une publication dans la revue Mappemonde (Drevelle, 2012c).
- Les résultats de la section 8.2 ont fait l'objet d'une publication dans la Revue Géographique de l'Est (Drevelle, 2012b) et d'une communication au colloque de la commission de géographie des transports (Drevelle, 2011b).

Sommaire

Introduction générale 1

I Périurbanisation et transports collectifs, le couple infernal ? 13

1 Mobilité et faibles densités 15

2 Desservir le périurbain aujourd'hui 51

II Forme et desservabilité des espaces périurbains 91

3 Caractéristiques périurbaines 93

4 Morphologie et granulométrie des espaces périurbains 117

5 Desservabilité des espaces périurbains par les transports collectifs routiers 153

6 Hypothèses de rationalisation de la desserte des couronnes périurbaines 191

III Des réseaux confrontés aux pratiques de mobilité et à la gouvernance des territoires : étude de cas sur Montpellier 227

7 Les nouvelles structurations des espaces périurbains 229

8 Planifier l'articulation des réseaux dans des systèmes multipolarisés 265

9 Réflexions autour du Car à Haut Niveau de Service : exemple d'application **297**

Conclusion générale **337**

Annexes **347**

A Catalogue de formes **347**

B Méthodologies complémentaires **351**

C Tableaux et figures complémentaires **361**

D Quelques exemples de bonnes pratiques **373**

Introduction générale

Desservir, un mot à l'étymologie troublante. Que le préfixe prenne le sens de continuité et il permet « d'assurer le service », à l'inverse, que le préfixe prenne un sens négatif et il sera synonyme de « nuire » (Larousse, 2002). Cette ambiguïté résume en quelque sorte le questionnement initial de ce travail de recherche tant la question de la desserte des espaces de faible densité est elle même complexe et ambigüe. D'un coté, elle apparait comme une continuité légitime et souhaitable du service public, un moyen d'assurer le droit à la mobilité pour tous ; elle permet de lutter contre l'isolement et constitue une *assurance ville* en cas d'indisponibilité d'un moyen de transport individuel. D'un autre côté, le coût d'une telle desserte peut être considéré comme un poids pour la collectivité qui affecte des moyens pour des services peu plébiscités quand certains réseaux urbains et de banlieue sont saturés ; la desserte des espaces peu denses ne peut se substituer à une vrai démarche d'aménagement et de planification du territoire, notamment en ce qui concerne la périurbanisation ou la recherche d'adhérence entre réseau et territoire.

Cherchant à se détacher de considérations politiques ou idéologiques [1], ce travail de thèse a pour objectif d'enrichir la connaissance des territoires de faible densité, et plus particulièrement des espaces périurbains. Bien qu'il ne s'agisse en aucun cas d'un guide pratique pour réaliser le réseau parfait, notre travail vise à apporter quelques éléments de réflexion à destination des acteurs de la ville. Comment desservir l'ensemble des espaces de faible densité ? Est-ce souhaitable ? Dans quelle mesure la confrontation entre réseau de transports publics et territoire (entendu dans une définition élargie : espace géographique mais aussi espace de pratiques et de gouvernance) peut-elle apporter des réponses aux enjeux des mobilités périurbaines ? Et si la solution ne résidait pas dans les réseaux de transport mais plutôt dans les politiques d'aménagement ?

1. Même si l'auteur a conscience que la recherche objective n'existe pas.

Éléments de contexte : les faibles densités [2] à l'heure de la mobilité durable

Depuis les années 1990, la majorité des villes françaises a remis en cause l'hégémonie des mobilités fondées sur l'automobile. Les grandes agglomérations du pays ont pour la plupart mené des politiques d'amélioration, d'extension ou de valorisation des réseaux de transports publics : des lignes de métro ont été ouvertes et les rails de tramway, déposés au lendemain de la seconde guerre mondiale, réapparaissent dans les centres-villes et les quartiers denses. La question du développement durable est devenue centrale dans le débat sur les mobilités et les nouveaux réseaux de transports ; et les innovations en matière d'éco mobilité (vélo en libre service, auto partage) sont autant des services à destination du public que des arguments dans les stratégies de marketing urbain des grandes agglomérations (Guillossou, 1994). Cependant la nature de l'objet « ville » a beaucoup évolué durant les dernières décennies sous l'effet de la périurbanisation et de la déconcentration des activités et des services en périphérie. Si l'agglomération était encore une échelle de réflexion pertinente dans les années 1960, aujourd'hui les mobilités urbaines se comprennent à l'échelle des archipels urbains (Beaucire et Emangard, 1995; Emangard, 2001) ; c'est-à-dire à l'échelle d'un ensemble comprenant la zone agglomérée centrale mais aussi une couronne périurbaine plus ou moins vaste et souvent peu dense, composée des communes polarisées par l'agglomération.

Des territoires qui peinent à sortir du schéma automobile

Les espaces périurbains attirent l'attention des chercheurs et des politiques depuis une quinzaine d'années [3], suscitant même de vifs débats sur son urbanité. Toutefois la question des mobilités durables dans ces espaces peu denses est un véritable défi tant le territoire a été façonné par et pour la voiture. La loi du 12 juillet 1999 « relative au renforcement et à la simplification de la coopé-

2. Dans cette thèse, l'expression « faibles densités » renvoie à la notion d'espace périurbain. La « faible densité » doit doit être comprise comme un espace périphérique, mais sous influence urbaine, que l'on pourrait opposer aux fortes densités (qui sont parfois relatives) des agglomérations. Cette expression est parfois préférée au terme « périurbain » dans la mesure où la délimitation du périurbain utilisée dans ce travail peut différer de la définition officielle de l'Insee.

3. D'après la base de bibliographie de GoogleScholar, le mot clé « périurbain » renvoie à moins de 200 références par an jusque 1995 (surtout liées à l'agriculture). À partir de cette date, le nombre annuel de références croit régulièrement et les objets de recherche se diversifient (foncier, mobilité, mode de vie…) : on compte plus de 500 références en 2000, 1260 en 2005 et plus de 1800 pour l'année 2012.

ration intercommunale » donne le droit aux communautés d'agglomération de devenir autorités organisatrices de transports urbains (AOTU). Elle a permis l'élargissement des périmètres de transports urbains qui englobent souvent une première couronne de communes périurbaines, ainsi desservies par le réseau de bus urbains. Cependant cela ne suffit pas à palier la faiblesse de la desserte par les transports publics des périphéries des agglomérations (Surowiec et Minvielle, 2002). Espace de l'automobilisation généralisée (pour maintenir, malgré les faibles densités et les distances plus importantes, l'accessibilité aux services et aux réseaux sociaux) à l'heure de la remise en question du « tout-voiture », le périurbain dérange et « apparaît désormais comme un problème de société » (Billard et Brennetot, 2010).

Les réflexions sur des solutions de mobilités durables dans les espaces périurbains peinent souvent à sortir du schéma automobile : covoiturage, auto partage, transport à la demande (souvent sous forme de taxis)... Les transports collectifs publics semblent donc être les oubliés des mobilités périurbaines. Il existe bien sûr des services départementaux de cars interurbains ou des initiatives pour favoriser la densification autour des gares périurbaines, cependant les cars sont souvent peu compétitifs face à l'automobile et les gares périurbaines ne desservent qu'une infime partie du territoire périurbain et peinent à polariser l'urbanisation autour d'elles (Cornille et al., 2009; Desjardins et al., 2011). Cette faiblesse des transports collectifs dans le périurbain n'est pas une surprise. La généralisation de l'automobile et les investissements importants dans les infrastructures routières, permettant la déconcentration des activités et des habitations, ont généré un « effet de club » et alimenté la « dépendance automobile » (Dupuy, 1999).

S'il est admis que tout le monde doit posséder une voiture dans ces espaces, pourquoi maintenir une offre de transport collectif ? La remise en cause de ce paradigme s'appuie sur différents constats. Constat écologique, puisque les ménages périurbains émettent plus de CO_2 pour leurs mobilités que les ménages urbains (Longuar et al., 2010; Levy et Le Jeannic, 2011). Constat économique, l'installation périurbaine engendre des coûts de transport plus importants pour les ménages périurbains que pour ceux des autres types de territoire (Merceron et Theulière, 2010). Et par conséquent, constat social, lorsque le coût de la mobilité individuelle devient trop important, certains ménages fragiles deviennent « captifs du périurbain » (Rougé, 2005) ou mettent en place des stratégies de rélocalisation dans des territoires où la dépendance automobile est plus faible (Motte-Baumvol et al., 2010).

Le besoin d'un regard neuf ?

Face à ce constat, il conviendrait donc « d'inventer » la mobilité durable dans le périurbain, ou du moins d'y réfléchir à l'aune d'un regard neuf. Un regard qui ne serait ni moralisateur, ni clivant car pour une part non négligeable de la population, l'installation périurbaine est un choix. Desservir les espaces périurbains par le transport collectif (a fortiori routier puisque si on assiste à une « résurrection » des réseaux de tramway urbain, celle des voies ferrées d'intérêt local est bien plus hypothétique) reste cependant un véritable défis tant l'articulation entre réseau et territoire se heurte à la réalité de la morphologie et de la structuration des périurbains, aux pratiques de mobilité mais aussi aux difficultés de gouvernance et à l'inertie des cultures de réseaux.

Avant de juger ou de proposer, il est important de chercher à comprendre : comprendre la diversité des espaces que l'on regroupe souvent sous une étiquette unique, *le* périurbain ; comprendre les polarisations qui émergent et structurent ces territoires ; comprendre les pratiques de mobilité des habitants du périurbain. Alors il sera peut-être temps de se poser la question des conditions d'émergence d'un nouveau mode de transport collectif, dont la forme reste à définir, et qui serait à la fois adapté aux espaces périurbains, attractif et efficace.

Problématique et hypothèses

Tout au long de ce travail de doctorat, nous avons cherché à croiser la notion de desserte (par les transports collectifs routiers) des espaces périurbains avec celle de territoire, autant comprise du point de vue géographique que de celui des pratiques et de la gouvernance. La problématique générale de nos recherches pourrait ainsi se formuler de cette manière : dans quelle mesure les possibilités de desserte des espaces périurbains par les transports collectifs se heurtent-elles aux réalités territoriales ?

Pour répondre à cette question, il apparait nécessaire de tester deux couples d'hypothèses :

Couple 1 : la diversité géographique des espaces périurbains influe sur leurs conditions de desserte

Tout d'abord, en nous concentrant sur l'analyse de l'organisation spatiale et géographique des territoires périurbains, il nous parait primordial de démontrer la variété de ses espaces souvent rassemblés sous une étiquette unique : *le* périurbain. Cette première hypothèse assume totalement l'existence de caractéristiques spatiales communes à ces espaces mais affirme également l'existence d'une géographie régionale du périurbain *(Hypothèse 1a)*. Il sera alors possible de mettre en évidence l'impact de cette diversité sur la capacité de ces espaces à être desservis par les transports collectifs routiers *(Hypothèse 1b)*.

Couple 2 : la complexité des pratiques de mobilité appelle à repenser les liens entre centre et périphérie

Élargissant la démarche aux pratiques de mobilité, nous montrerons l'obsolescence de la vision classique ville-centre/couronne des mobilités périurbaines : polarisations multiples et imbriquées, prises en compte de l'ensemble des motifs mobilité... Ainsi, les mobilités périurbaines seraient aussi complexes que les mobilités urbaines *(Hypothèse 2a)*. Face à cette complexité, l'articulation des réseaux à différentes échelles permet d'apporter quelques solutions, toutefois elle se heurte aux périmètres de compétence et au manque de collaboration entre les collectivités *(Hypothèse 2b)*.

Méthodologie

Propos préalables

Avant de présenter et de détailler les choix méthodologiques qui ont présidé à l'élaboration de ce travail de thèse, il nous apparait important de revenir sur les conditions de réalisation de cette recherche, dans la mesure où elles ont eu un impact significatif sur sa coloration méthodologique. La thèse a été réalisée dans le cadre d'un contrat Cifre [4], au sein de l'entreprise Transamo, qui souhaite posséder une meilleure compréhension des espaces de faibles densités afin d'évaluer dans quelle mesure il est possible de proposer des solutions « transports publics » aux besoins de mobilité de ces territoires. Le sujet de la thèse a aussi été façonné dans le cadre d'un projet Prédit [5], ayant pour sujet « Typologie et desservabilité des espaces périurbains », réalisé en partenariat avec la société Mestrans. Cette double inscription, dans l'entreprise et dans un projet de recherche au programme pré-établi, a eu pour conséquence les influences suivantes quant à l'élaboration de la méthodologie de la thèse :

1. Le projet Predit « Typologie et desservabilité des espaces périurbains », réalisé entre janvier 2011 à août 2013, a fortement orienté les choix méthodologiques du travail de thèse. La vocation généralisatrice et comparative du projet (puisqu'il analyse et compare une centaine d'aires urbaines françaises) a eu pour conséquence d'orienter la recherche vers les méthodes de la géographie quantitative et des Systèmes d'Information Géographique (SIG). De plus, s'il est à l'origine du parti pris de la thèse de réaliser une géographie française du périurbain, le temps accordé à ce projet explique aussi la faible part de la thèse consacrée à des études de cas plus locales.
2. Le fait de réaliser la thèse dans le cadre d'une Cifre a eu un impact modéré en ce qui concerne les orientations méthodologiques de la recherche. En effet, Transamo m'a laissé une très grande liberté de travail. Toutefois, la volonté de l'entreprise de réfléchir à de nouvelles solutions de mobilité dans les espaces de faible densité est à l'origine du dernier chapitre de la thèse où les résultats de recherche sont mis en perspective dans une

4. Convention Industrielle de Formation par la REcherche, dispositif confié à l'ANRT (Agence Nationale Recherche Technologie) qui associe un doctorant, un laboratoire de recherche et une entreprise

5. Programme de REcherche et D'Innovation dans les Transports Terrestres, porté par les Ministères chargés de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, de l'Écologie et du Redressement Productif, l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME), l'Agence de l'innovation OSEO et l'Agence Nationale de la Recherche (ANR).

approche « métier », en interrogeant le concept de Car à Haut Niveau de Service (CHNS).

Justification des terrains : une approche comparative à l'échelle nationale et une étude de cas sur Montpellier

Au début de ce travail de thèse, nous avons choisi de ne pas nous concentrer sur un terrain spécifique. En effet, poursuivant notre objectif de participer à une géographie du périurbain (et non de réaliser une monographie), nous avons systématiquement cherché à élargir le plus possible notre périmètre d'étude. Nos analyses ont donc été réalisées à l'échelle nationale. S'il existe quelques référentiels pour délimiter les territoires périurbains, aucun ne nous a semblé adapté à l'ensemble des analyses que vous voulions réaliser. Nous avons donc fait le choix d'utiliser des périmètres différents en fonction des besoins de recherche et des données disponibles. Cette diversité des périmètres ne nous semble pas être un problème, en effet, elle répond à des questions de recherche qui concernent des échelles différentes, et les raisons qui ont conduit à utiliser tel ou tel périmètre sont clairement justifiées dans la démarche scientifique. De plus, même s'ils différent, les périmètres restent relativement cohérents entre eux dans la mesure où ils utilisent au minimum un des territoires constitutifs des aires urbaines de l'Insee (pôle urbain et couronne monopolarisée).

Notre analyse à l'échelle nationale de la mobilité dans les territoires périurbains et de leur desservabilité se base donc sur trois périmètres d'étude différents :

1. Afin de comprendre les relations entre les agglomérations et leur aire d'influence (portée des navettes, intensité du phénomène périurbain...), nous avons utilisé le pôle urbain comme élément de référence et construit une notion d'aire d'influence plus large que celle de la couronne périurbaine afin de toucher l'ensemble des navetteurs pour chaque agglomération (voir définition p.96). Cependant, les « aires d'influences » ainsi créées sont non continues, imbriquées les unes dans les autres... et apparaissent peu adaptées à une étude plus territoriale.
2. Le découpage en aires urbaines a été utilisé lorsque nous avons eu besoin de travailler sur des territoires clairement définis, qui ne se superposent pas et dont la création répond à un processus identifié et identique pour toutes les agglomérations. Les couronnes périurbaines sont apparues en effet plus simples à utiliser pour les questions territorialisées (morphologie du bâti, création de réseaux de transport théoriques...) que les

« aires d'influences ». Pour des raisons de cohérence des éléments comparés, nous avons limité notre analyse à une centaine d'aires urbaines, réparties sur l'ensemble du territoire (voir carte p.118).

3. Enfin, pour les analyses statistiques des mobilités (par exploitation de l'ENTD 2010), nous avons été contraint (pour des raisons de confidentialité et de représentativité des données) de travailler à l'échelle des grandes catégories territoriales sans pouvoir différencier les aires urbaines entre elles. Nous avons donc choisi de travailler plus particulièrement sur les habitants des pôles urbains et des couronnes des aires urbaines de plus de 100 000 habitants (qui se recoupent pour grande partie avec les aires urbaines retenues pour les questions territorialisées).

Toutefois, afin d'ancrer notre propos théorique et comparatif dans une réalité territoriale complexe (qui comprend aussi bien l'espace morphologique que les pratiques de mobilité et de gouvernance), il nous est apparu important de mettre en perspective nos résultats par la réalisation d'une étude de cas légère. De plus, la focalisation sur un territoire précis est nécessaire à l'utilisation de certaines méthodes, difficilement applicables sur un grand nombre d'agglomérations pour des raisons de complexité des traitements et de données à mettre en œuvre.

Nous avons choisi d'axer notre étude de cas autour de l'agglomération de Montpellier. Le choix de l'agglomération Montpellieraine dans le cadre de notre travail sur la desservabilité des espaces périurbains apparait pertinent pour plusieurs raisons. Premièrement, l'aire urbaine de Montpellier a connu des dynamiques démographiques et économiques importantes ces dernières décennies et les projections de l'Insee prévoient un maintien de ce dynamisme dans l'avenir. D'ici 2030, la population de Montpellier Agglomération pourrait ainsi s'accroitre de 50 000 à 100 000 habitants selon les scénarios. Ce territoire représente donc des enjeux importants tant au niveau des mobilités que des politiques d'aménagement. De plus, Montpellier (et plus généralement le territoire de Hérault) a mis en place et projette des politiques de transport intéressantes pour desservir les périphéries : extension des lignes de tramways urbains dans la première couronne périurbaine, projet de ligne départementale à Haut Niveau de Service pour desservir le cadran nord de l'aire urbaine, syndicat mixte de transport...

Une approche quantitative et pluridisciplinaire

La méthodologie mise en œuvre dans ce travail de thèse est principalement axée autour d'une démarche quantitative et comparative à l'échelle nationale. Cette démarche se veut pluridisciplinaire puisqu'elle mobilise des concepts, outils et méthodes issus de différents domaines : géographie quantitative et analyse spatiale, géomatique et systèmes d'informations géographiques, théorie des graphes et *social network analysis* (SNA), statistiques, théories de l'accessibilité. Les différentes approches sont présentées ici succinctement et sont détaillés dans le corps de texte de la thèse.

La modélisation des structures périurbaines : Afin de faire ressortir des « règles globales » d'organisation spatiale des espaces périurbains, nous mobilisons les outils de la géographie quantitative et des statistiques (régressions, analyse et cartographie des résidus). Ils permettent de mettre en relation des caractéristiques d'organisation spatiale de ces espaces (intensité du phénomène de périurbanisation, portée des navettes périurbaines et concentration spatiale des actifs périurbains) avec la taille des différentes agglomérations ; et d'identifier des particularités locales.

L'identification et la classifications des formes périurbaines : Partant de l'hypothèse qu'il existe entre les couronnes périurbaines et à l'intérieur de celles-ci une diversité de formes et de taille des ilots. Nous utilisons les outils de la géographie quantitative et de l'analyse spatiale (notamment les indices de formes et les classifications ascendantes hiérarchiques) pour définir, quantifier et analyser la diversité morphologique et granulométrique des territoires périurbains français.

La création et l'évaluation de réseaux théoriques : Pour évaluer la desservabilité des différents types d'espaces périurbains sur la base de référentiels communs, nous avons mis à profit les outils de la géomatique et des SIG . Il nous ont permis de créer des réseaux de desserte théorique comparables entre les couronnes (selon plusieurs hypothèses) et d'estimer leur potentiel et leur coût.

L'identification des nouvelles polarités et l'étude des pratiques de mobilité : Cherchant dépasser le modèle simple centre-périphérie (pour tendre une modélisation de réseaux plus proche de la réalité), nous avons étudié les polarisations multiples des couronnes périurbaines (avec notamment l'émergence de polarités secondaires) et les relations de mobilité entre les grandes catégories d'espace. Pour mener à bien ces analyses, en plus d'une analyse statistique classique, nous avons traité nos questions en utilisant les graphes. Nous avons ainsi utilisé ou adapté au contexte géographique les outils et concepts de la *social*

network analysis (SNA), développés par les sociologues : analyse de centralité dans un graphe, *blockmodeling*...

L'analyse de l'articulation entre les réseaux et des potentiels futurs : La prise de conscience de la complexité des mobilités périurbaines permet d'affiner le dessin des réseaux, notamment en approfondissant la question de l'articulation entre réseaux urbains et interurbains (pour faciliter notamment les déplacements à destination des espaces péri-centraux). Ces organisations sont testées et comparées avec nos modèles théoriques à l'aune du concept d'accessibilité. Un exercice de prospective urbaine permettra aussi d'évaluer le potentiel des différents types de réseaux à horizon 2030 et selon différentes modalités de répartition de la population.

Un travail bibliographique et une analyse des documents de planification comme éclairage qualitatif

Si les méthodes quantitatives apportent des résultats nombreux et riches à partir desquels il est possible de construire un discours sur l'aménagement, il nous est apparu souhaitable de les compléter par une approche plus qualitative afin de mieux comprendre les jeux d'acteurs et les discours. En plus d'une *revue de la littérature* qui laisse une place très importante aux travaux qualitatifs, nous avons aussi mobilisé une méthode fréquente dans la recherche en aménagement : l'*analyse de documents de planification*. Cette analyse, appuyée sur la lecture analytique des différents documents de plannification territoriale et des transports autour de l'agglomération de Montpellier (Scot, Pdu), vise à mesurer la prise en compte de la desserte des espaces périphériques dans les politiques d'aménagement. Bien que l'approche qualitative n'est pas centrale dans la thèse (et concerne essentiellement l'étude de cas montpelliéraine), elle n'en reste pas moins importante pour rapprocher les approches quantitatives et théoriques de la réalité des pratiques d'aménagement.

Plan de la thèse

La *première partie* de la thèse a pour objectif de cadrer et de consolider notre réflexion, en la confrontant aux travaux déjà réalisés sur le sujet. Elle présente le cadre théorique qui permet d'avoir les connaissances nécessaires à la lecture de la thèse. Elle permet aussi de légitimer notre questionnement sur le rapport entre réseau et territoire, en démontrant que la question des mobilités périurbaines est plus complexe que ce que laisseraient entendre certaines idées reçues. L'analyse du phénomène périurbain, de ses causes et de ses conséquences spatiales montre la complexité de la mobilité au sein des territoires de faible densité et la maturation des espaces périurbains (*chapitre 1*). Pour répondre à ces nouveaux besoins de mobilité, les réseaux de transports en commun sont nécessaires mais sont confrontés aux coûts de desserte et à l'imperméabilité des frontières de compétence, malgré l'émergence de quelques bonnes pratiques (*chapitre 2*). Ce constat interroge sur les réponses à apporter aux mobilités périurbaines et appelle à une meilleure connaissance des espaces périurbains pour trouver des solutions adaptées aux contextes locaux.

Discutant la thèse d'un périurbain indifférencié, la *seconde partie* de la thèse cherche à définir, identifier, mesurer, quantifier les différences spatiales entre les couronnes périurbaines françaises et l'impact de ces différences sur le coût de desserte des couronnes par les transports collectifs. Une première analyse, portant sur l'organisation spatiale des actifs périurbains à l'échelle des agglomérations et de leurs aires d'influence, permet de mesurer et d'analyser des indices généraux sur la périurbanisation en France. Certaines logiques globales, assorties de particularités locales, sont alors mises en évidence (*chapitre 3*). Un changement d'échelle permet de poursuivre notre recherche de la diversité des espaces périurbains en pénétrant à l'intérieur des couronnes. L'étude de la morphologie et de la granulométrie des ilots périurbains permet alors d'affiner la classification des différents types de formes périurbaines (*chapitre 4*). Le croisement de ces typologies de périurbain avec leur coût de desserte permet de mettre en évidence les formes de périurbanisation les plus vertueuses en matière de desservabilité (*chapitre 5*). La comparaison de différents scénarii de desserte (équivalents pour toutes les aires urbaines) permet d'identifier les organisations de réseaux les plus efficaces du point de vue de la couverture spatiale et de l'efficacité de la desserte (*chapitre 6*).

La *troisième partie* de la thèse vise à approfondir et enrichir les résultats de la partie 2 en rajoutant une dimension *pratiques de mobilité* et *bonnes pratiques*

d'aménagement à la dimension spatiale, à partir d'une étude de cas sur l'aire urbaine de Montpellier. Dépassant la vision morphologique et monocentrique des espaces périurbains, cette partie ouvre ainsi la réflexion sur les pratiques de mobilité des périurbains, en lien avec l'émergence de pôles secondaires à l'extérieur des villes-centres. Le rapport des périurbains et urbains à l'espace est ainsi analysé au prisme de l'ensemble des motifs de déplacement, montrant une certaine autonomie du périurbain. Cette autonomie se confirme par la mise en évidence des logiques de polarisation multiple autour des grandes agglomération (*chapitre 7*). Face à cette dilution des centralités, l'articulation entre réseaux urbains et interurbains (dans les documents de planification et sur le terrain) apparait nécessaire pour favoriser l'accessibilité aux ressources urbaines éclatées dans l'ensemble de l'agglomération (*chapitre 8*). La synthèse de ces réflexions, et de l'ensemble des travaux réalisés dans la thèse, permet alors d'esquisser un nouveau mode de transport, adapté aux espaces périurbains, aux besoins des habitants et aux évolutions des territoires agglomérés : le Car à Haut Niveau de Service (*chapitre 9*).

Première partie

Périurbanisation et transports collectifs, le couple infernal ?

Chapitre 1

Mobilité et faibles densités

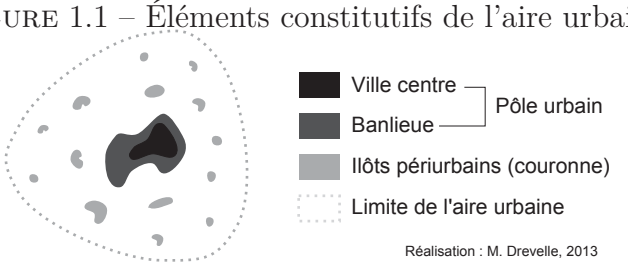
Pour prétendre étudier la desservabilité des espaces périurbains, il apparait nécessaire de comprendre les processus de fabrication de ces espaces — urbains, périphériques et de faible densité — et les mobilités qu'ils engendrent. Ces processus ont une influence importante sur l'organisation spatiale de la ville qui s'étale, s'éparpille, déconcentre ses emplois. L'archétype du village périurbain, appuyé sur l'automobile, le logement individuel et l'entre-soi protecteur, a progressivement façonné l'image, l'archétype *du* périurbain : famille issue des classes moyennes, travaillant tous les jours dans le centre-ville en voiture, fréquentant les centres commerciaux périphériques et faisant des barbecues le week-end.

Cette vison *d'un* périurbain unique est à remettre en question tant les modes d'habiter *des* périurbains sont divers et peuvent recouvrir des situations très contrastées : de la pratique de la *ville au choix* à l'expérimentation de la *ville sous contrainte*. Appréhender une réalité plus complexe que ce qui peut être hâtivement avancé apparait alors comme un préalable important à notre travail de recherche. Entre liberté et captivité, entre dépendance automobile et dépendance locale, les pratiques de mobilité dans les espaces de faible densité semblent tendre vers un même objectif : maintenir un certain niveau d'accessibilité aux ressources urbaines (niveau variant selon les moyens mobilisables par les ménages) dans des villes devenues des archipels urbains.

1.1 De l'agglomération à l'aire urbaine : retour sur 50 années de périurbanisation

Au cours des 50 dernières années, les villes se sont transformées, ont changé de forme, passant d'une définition morphologique — l'agglomération — à une définition fonctionnelle — l'aire l'urbaine. Cette nouvelle définition de l'espace urbain, formalisée par l'Insee, regroupe plusieurs sous-ensembles. La partie agglomérée (nommée pôle urbain) est composée de la ville-centre (souvent la ville historique) et de sa banlieue. La couronne périurbaine, composée d'ilots spatialement séparés de l'agglomération, regroupe l'ensemble des communes qui envoient au moins 40 % de leurs actifs vers le pôle urbain ou une commune attirée par ce dernier (figure 1.1). Les communes polarisées par plusieurs pôles urbains font quant à elles partie de la couronne multipolarisée.

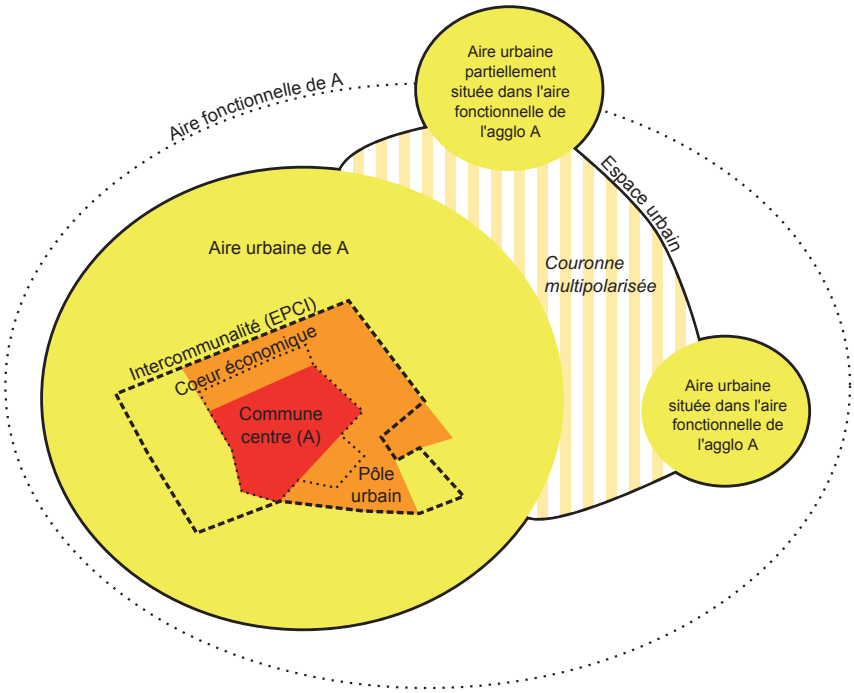
Figure 1.1 – Éléments constitutifs de l'aire urbaine



D'autres définitions de l'agglomération et de son aire d'influence ont été proposées (figure 1.2). Elles renvoient à une définition plus économique de l'agglomération (Wiel, 2000), à des territoires politiques (Établissements Publics de Coopération Intercommunale – Epci), de projet (Scot sur un ou plusieurs Epci et Inter-Scot) ou encore à une définition plus large de l'aire d'influence (aire fonctionnelle). Enfin, les travaux de Berroir et al. (2012) mettent en évidence l'existence de systèmes urbains (plus ou moins polarisés par une agglomération principale), dont la définition est appuyée à la fois sur les mobilités professionnelles et résidentielles mais aussi sur les partenariats scientifiques ou les liens entre le siège et les établissements des entreprises.

La présente partie a pour objectif de revenir sur ces dynamiques urbaines et leur impact en termes de répartition de la population, des activités mais aussi de décrire ces nouveaux paysages urbains, tant sur le plan social que morphologique.

FIGURE 1.2 – Des définitions multiples de l'agglomération et de son aire d'influence



Urbain

Périurbain

Réseau urbain

Ville centre (INSEE) : Commune centrale du pôle urbain (au moins 50% de la population du pôle urbain)

Coeur économique (projet européen Polynet) / Agglomération restreinte (M. Wiel) : Définition restreinte du pôle urbain ne gardant que les communes ayant une vocation économique (ex : qui possèdent plus d'emplois que de ménages)

Pôle urbain (INSEE): Ensemble aggloméré de plus de 5000 emplois

Intercommunalité : Territoire politique de l'agglomération correpond au périmètre de l'autorité organisatrice des transports urbains (AOTU).

Aire urbaine (INSEE) : Territoire où au moins 40 % de la population résidente ayant un emploi travaille dans le pôle urbain ou dans des communes attirées par celui-ci.

Couronne multipolarisée (INSEE) : communes dont au moins 40 % des actifs occupés résidents travaillent dans plusieurs aires urbaines, sans atteindre ce seuil avec une seule d'entre elles, et qui forment avec elles un ensemble d'un seul tenant.

Aire fonctionnelle (Polynet) : Territoire où au moins 10% des actifs travaillent dans le coeur économique de l'agglomération. Les aires fonctionnelles de plusieurs agglomérations peuvent se chevaucher, il est aussi possible qu'une agglomération possédant ses propres aires urbaine et fonctionnelle,soit incluse dans l'aire fonctionnelle d'une autres agglomération. Espace urbain (INSEE) : ensemble, d'un seul tenant, de plusieurs aires urbaines et des communes multipolarisées qui s'y rattachent.

1.1.1 Quand les villes éclatent

Avant la périurbanisation : l'étalement urbain ou le passage de la ville pédestre à l'agglomération

Sans réaliser ici une histoire de l'urbanisation de l'antiquité à aujourd'hui, il nous est apparu souhaitable de rappeler les grandes lignes des dynamiques urbaines avant l'apparition du phénomène de périurbanisation.

Jusqu'au XVIII^e siècle, les villes, protégées par leurs remparts, sont les lieux qui permettent les échanges commerciaux et l'expression du pouvoir au sein de sociétés essentiellement rurales. La croissance urbaine reste relativement modérée dans la ville pré-industrielle, elle prend la forme d'une « compression urbaine » à l'intérieur des murs, par élévation d'immeubles plus grands au fur à mesure des rénovations (Coudroy de Lille, 1998) ou d'extension urbaines sous la forme de faubourgs denses aux portes de la ville ; faubourgs qui sont parfois réintégrés dans la ville par la construction d'une enceinte plus grande.

Sous le double effet de la croissance naturelle et de l'exode rural, la révolution industrielle va fortement bouleverser la nature des villes en provoquant une augmentation très importante des densités dans les espaces centraux. En effet, les villes sont contraintes dans leur développement horizontal par le mode principal de déplacement, la marche, et l'homogénéité des vitesses de déplacement (Ollivro, 2000). Elle ne se déploient donc que très rarement au delà de trois kilomètres de leur centre (Pinol, 1991). Dans sa thèse, Guérois (2003) relate ainsi le doublement des densités de population dans les grandes villes durant la première moitié du XIX^e siècle. Cependant, la révolution industrielle va aussi permettre, notamment par la création du chemin de fer et du tramway, une augmentation significative des vitesses de déplacement durant la seconde moitié du XIX^e siècle. L'accès à la vitesse va abolir la contrainte de la ville pédestre (Pinol, 1991; Ollivro, 2000) et provoquer une extension sans précédent de la superficie des villes : entre 1840 et 1890 la superficie de Londres passe de 50 km^2 à plus de 300 km^2 et celle de Paris de 34 km^2 à 80 km^2 (Guérois, 2003). Cette période marque le début du phénomène d'étalement urbain (planifié ou non) et donne naissance à de véritables agglomérations (par croissance des villes-centres puis développement des banlieues) [1].

1. C'est aussi la période qui voit naître les théories de l'urbanisme. Il aurait sans doute été passionnant de raconter ici l'histoire et l'émergence des différents courants de l'urbanisme (progressisme, culturalisme...), les utopies et réalisations de l'époque, leur influence sur la ville contemporaine... mais cela prendrait trop de place. Le lecteur intéressé par ces sujets trouvera son bonheur dans l'ouvrage de Françoise Choay, *L'urbanisme, utopies et réalités* (Choay, 1965).

L'étalement urbain au sein d'agglomérations a été la principale modalité d'urbanisation de la France jusque dans les années 1970. Si cette notion renvoie de façon générale à l'extension du périmètre de la ville qui, parce qu'elle croit, n'a plus assez d'espace dans ses limites à une date donnée (Nicot, 1996), elle est aussi liée à la notion de desserrement urbain. On observe en effet une diminution de la densité dans les espaces centraux au profit des espaces plus périphériques (Newling, 1969; Berroir, 1996), la densité urbaine ne pouvant dépasser un seuil de « densité critique » dont la valeur tend à diminuer dans le temps (Casetti, 1973).

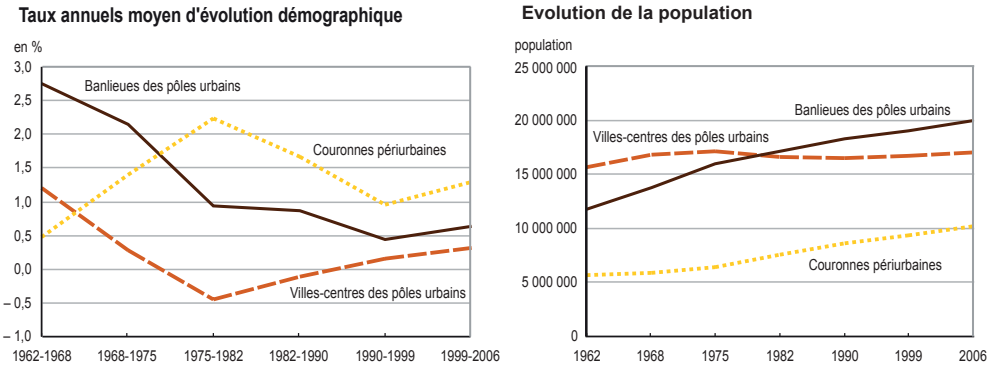
La croissance démographique des agglomérations a été particulièrement intense durant la période qui va de l'après guerre jusqu'à la fin des années 1960, au point de parler d'explosion démographique. Cette croissance est nourrie par le *baby boom*, l'immigration et l'exode rural qui perdure jusque 1975 (Le Jeannic, 1997). Ainsi, entre 1954 et 1968, la population urbaine augmente de 10 millions d'habitants, faisant passer le taux d'urbanisation de la France de 57 % en 1954 à 70 % en 1968 (Chavouet et Fanouillet, 2000). À partir des années 1970, cette croissance des agglomérations (que l'Insee nomme pôles urbains) ralentit au profit du phénomène de périurbanisation, marquant la transition entre l'ère de l'étalement et celle de l'émiettement urbain (Castel, 2007).

De l'agglomération à l'archipel démographique : la constitution des couronnes périurbaines

Contrairement aux idées reçues, la périurbanisation n'a pas été *inventée* grâce à l'automobile au tournant des années 1970. L'idée de désagréger la population des grandes villes dans des cités plus petites et au contact de la nature (idée portée par les urbanistes culturalistes comme Howard ou Sitte) prend racine au XIX^{e} siècle dans la critique de la ville industrielle — désordonnée, surpeuplée et insalubre. En France, les premiers lotissements périurbains (même si le terme n'existe pas encore) ont été établis durant le XIX^{e} siècle autour des gares de banlieue ; ils avaient vocation à servir de villégiature aux populations bourgeoises. Toutefois, dès 1883, la mise en place de trains ouvriers vise à inciter les ouvriers mal logés de la capitale à aller s'installer dans les communes suburbaines (Faure, 1993). Pierre Baudin, ministre des travaux publics entre 1899 et 1902, écrit même « Paris devrait répandre sa population sur un rayon de 60 kilomètres au-delà de ses frontières actuelles » (Baudin, 1908).

Malgré ces prémices de périurbanisation orientée autour du rail, le développement de l'agglomération en tâche d'huile ou en doigts de gants reste la

FIGURE 1.3 – Evolution de la population dans les villes-centres, banlieues et couronnes périurbaines entre 1962 et 2006



Source : Insee, recensements de la population.
d'après Baccaïni et Sémécurbe, 2009

norme jusque les années 1970. Le développement massif de la périurbanisation est donc concomitant à la généralisation de l'automobile dans les années 1960–1970. En effet, entre 1960 et 1980, le taux de motorisation des ménages français passe de 30 % à 70 % ; de plus, l'automobile se démocratise puisqu'en deux décennies, les écarts de motorisation entre catégories socioprofessionnelles (CSP) se réduisent fortement (Méot, 2009). La correspondance entre taux de motorisation et périurbanisation ne doit cependant pas être considérée comme un lien de causalité mais plutôt comme une co-production entre la forme urbaine et la mobilité (Aguilera et al., 2004). Les travaux de Wiel (1999b) montrent en effet que les opportunités de mobilité offertes par l'automobile et les infrastructures rapides constituent des facteurs éminemment favorables au desserrement des localisations. Le système automobile accroit sont efficacité à mesure que les distances parcourues s'allongent (Genre-Grandpierre, 2007a, 2011). Ainsi, le système automobile rend *dépassé* le concept d'agglomération urbaine au profit de celui d'archipel urbain (Beaucire et Emangard, 1995), concept qui sera repris par l'Insee sous la dénomination d'aire urbaine (Le Jeannic, 1996; Le Jeannic et Vidalenc, 1997).

C'est au court de la décennie 1960 que la périurbanisation *de masse* apparait en région parisienne et autour des plus grandes villes françaises (Le Jeannic, 1997). Elle se généralise à la majorité des agglomérations durant les années 1970 (Beaucire et Emangard, 1995; Beaucire et al., 2000, 2004). L'intensité du phénomène de périurbanisation atteint son maximum entre 1975 et 1982 (figure 1.3). Durant cette période, le taux de croissance périurbaine est le plus élevé des 45 dernières années dans 19 régions françaises sur 22, tandis que

TABLE 1.1 – Taux de croissance annuel de la population des aires urbaines entre 1982 et 1999

	1982-1990			1990-1999		
	Total	solde naturel	solde migratoire	Total	solde naturel	solde migratoire
Ville-centre	-0,09	0,53	-0,62	0,12	0,46	-0,34
Banlieue	0,86	0,72	0,14	0,42	0,65	-0,23
Couronne	1,89	0,42	1,47	1,03	0,4	0,63

d'après Potier (2007)

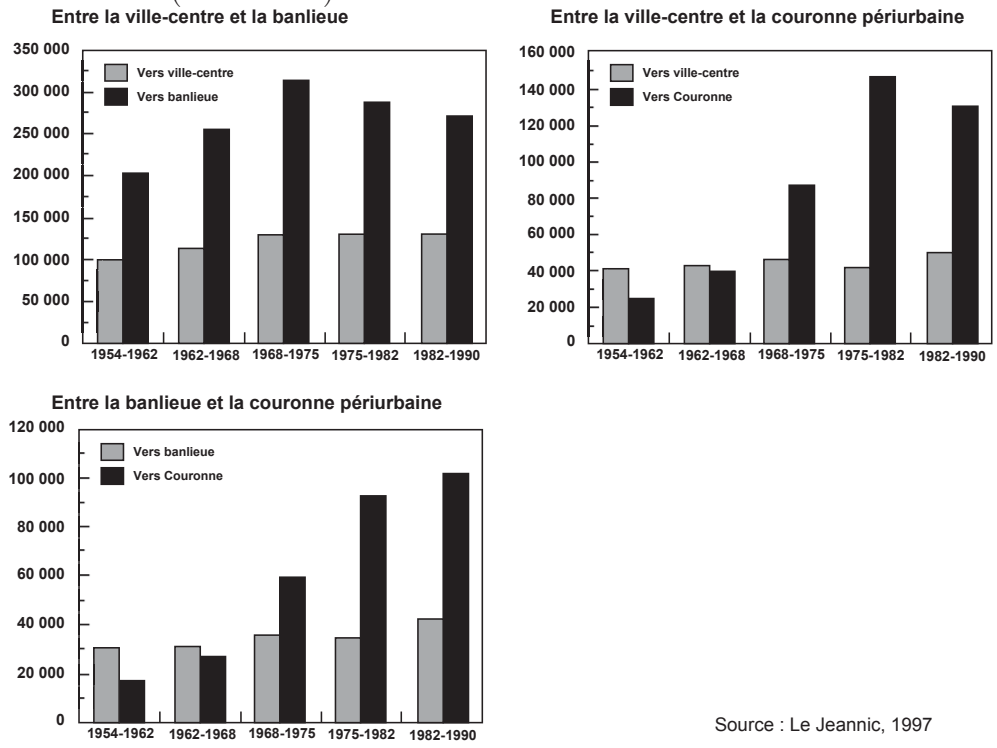
les villes-centres perdent de la population (Baccaini et Semecurbe, 2009). La croissance des couronnes périurbaines reste importante sur la période 1982–1990, avant de marquer un ralentissent significatif durant la période 1990–1999. Certains chercheurs y voient même un rééquilibrage démographique des aires urbaines en faveur des villes-centres (Bessy-Pietri, 2000) qui, pour la première fois depuis 1975, regagnent de la population. Après 1999, la croissance démographique périurbaine redémarre dans la plupart des régions, engendrant un fort élargissent des couronnes périurbaines (Floch et Levy, 2011), mais la relative attractivité des villes-centres se maintient (Baccaini et Semecurbe, 2009).

Si le phénomène de périurbanisation focalise l'attention des chercheurs et des décideurs, il apparait nécessaire de relativiser cette dynamique par rapport aux évolutions des autres espaces urbains. En effet, si depuis 1975, les couronnes périurbaines sont les espaces où le taux de croissance démographique est le plus fort, en nombre d'habitants les banlieues restent aussi dynamiques que les couronnes périurbaines (+ 3,9 millions d'habitants dans les banlieues sur la période 1975–2006 contre + 3,8 millions d'habitants dans les couronnes). Les banlieues sont, depuis 1982, l'espace urbain le plus peuplé (42 % de la population des aires urbaines en 2006, contre 40 % en 1975) devançant les villes-centres (36 % de la population des aires urbaines en 2006, contre 43 % en 1975). Les couronnes, malgré leur forte croissance, ne concentrent que 22 % de la population des aires urbaines (16 % en 1975).

Migrations résidentielles et croissance naturelle dans les aires urbaines (en %)

Pour expliquer les dynamiques démographiques des aires urbaines, il est nécessaire d'étudier les migrations résidentielles et le solde naturelle des différents sous-ensembles qui composent les aires urbaines. La forte croissance des couronnes périurbaines ne s'explique pas par l'excédent naturel de population (Potier, 2007). En effet, entre 1982 et 1999, le taux de croissance annuel de la

FIGURE 1.4 – Migrations résidentielles annuelles entre les sous-ensemble des aires urbaines (1954–1990)

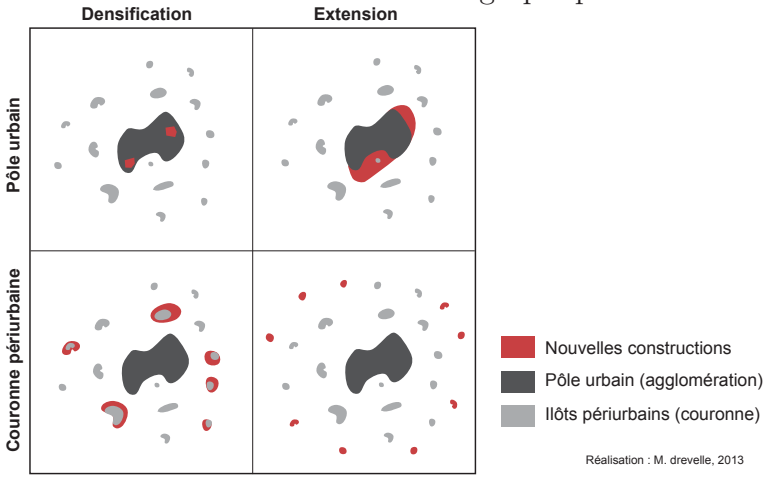


Source : Le Jeannic, 1997

population dû au solde naturel est plus faible dans les couronnes périurbaines que dans les villes-centres et *a fortiori* les banlieues, qui possèdent l'accroissement naturel le plus fort (tableau 1.1). Cette tendance semble par ailleurs confirmée sur la période récente 1999–2006 (Frenot, 2009).

La croissance des couronnes périurbaines est donc majoritairement le fait de migrations résidentielles centrifuges (Le Jeannic, 1997; Berger, 1999). La figure 1.4 montre clairement la logique d'étalement urbain jusque la fin des années 1960 : les migrations résidentielles sont dominées par les flux de la ville-centre à la banlieue et les migrations entre la couronne et le pôle urbain sont à l'avantage du pôle urbain. La période 1968–1975 apparait comme une charnière : les migrations de la ville-centre vers la banlieue sont maximales mais le solde migratoire des couronnes périurbaines (par rapport aux pôles urbains) devient positif. L'explosion de la périurbanisation à partir de 1975 apparait comme majoritairement due aux migrations résidentielles, les déménagements centrifuges du pôle urbain (ville-centre et banlieue) vers la couronne étant très supérieurs en nombres aux déménagements centripètes (de la couronnes vers le pôle urbain). Le tableau 1.1 permet ainsi d'estimer que la part du

FIGURE 1.5 – Modalité de croissance démographiques des aires urbaines



solde migratoire représente 78 % de la croissance démographique des couronnes périurbaines sur la période 1982–1990 et 61 % sur la période 1990–1999.

Formes de la croissance des aires urbaines

La double dynamique des soldes naturels et migratoires induit une croissance de la population qui peut se localiser dans tous les sous-ensembles de l'aire urbaine. D'un point de vue morphologique, cette croissance peut prendre quatre formes qui, selon les territoires, se combinent de diverses manières (Clanché et Rascol, 2011; Floch et Levy, 2011). Ces modalités de croissance peuvent se résumer selon deux critères : la croissance démographique dans le pôle urbain ou dans la couronne et la croissance démographique selon un processus de densification ou d'extension (figure 1.5).

1. La première modalité correspond à une croissance démographique du pôle urbain sous la forme d'une densification. Elle renvoie à la notion de renouvellement urbain, de reconstruction de la ville sur elle-même.
2. La seconde modalité correspond à une croissance démographique du pôle urbain par extension de ce dernier. Elle renvoie à la notion d'étalement urbain décrite précédemment. Parfois cette extension engendre l'intégration de communes périurbaines au sein de l'agglomération.
3. La troisième modalité correspond à une croissance démographique de la couronne périurbaine sous la forme d'une densification. Cette densification de la couronne se fait rarement à l'intérieur de l'enveloppe de l'ilot, même si des réflexions sur le renouvellement urbain dans les tissus

Table 1.2 – Décomposition des évolutions de la population dans les grandes aires urbaines entre 1999 et 2008

	Densification	**Extension**	**Total**
Pôle	24,7 %	22,8 %	*47,5 %*
Couronne	21,0 %	31,5 %	*52,5 %*
Ensemble	*45,7 %*	*54,3 %*	*100 %*

d'après Floch et Levy, 2011

pavillonnaires sont apparues récemment, notamment avec la démarche Bimby (Built In My Backyard)(Miet et Le Foll, 2010). La densification de la couronne prend généralement la forme d'extensions pavillonnaires au sein même de la couronne, ces extensions pouvant prendre des formes différentes selon les aires urbaines (Emangard, 2008; Drevelle et Emangard, 2013).

4. La quatrième modalité correspond à une croissance démographique de la couronne périurbaine sous la forme d'une extension de cette dernière. Elle renvoie à la notion d'éclatement urbain. Dans ce cas, les nouveaux habitants s'installent de plus en plus loin de l'agglomération, au delà de la limite de la couronne périurbaine, engendrant une extension du périmètre de l'aire urbaine.

À l'échelle du territoire français, sur la période 1999–2008, la densification représente 46 % de la croissance démographique des grandes aires urbaines et l'extension 54 % (tableau 1.2). La population des pôles urbains augmente davantage grâce à la densification de ces derniers : 52 % de la croissance des pôles urbains est due à la densification (contre 48 % pour l'extension). Les couronnes périurbaines voient 60 % de leur croissance due au phénomène d'extension (contre 40 % pour la densification).

Un phénomène mondial mais intense en France

La périurbanisation n'est pas un phénomène propre à la France, cette dynamique est généralisée dans de nombreux pays, bien que prenant des formes différentes (Dupuy et Sajous, 2000). Elle est ainsi présente aux États-Unis, en Europe Occidentale — plus tardivement en Europe centrale et orientale (Cattan et Delisle, 2010) — ou encore, plus récemment, dans les pays en développement [2]. Toutefois, l'émiettement urbain serait particulièrement important en

2. Comme l'atteste l'organisation de plusieurs colloques sur le sujet récemment : Colloque international « Dynamiques territoriales à la périphérie des métropoles des Suds » (27, 28

TABLE 1.3 – Construction de logement par type entre 2001 et 2010 dans les grandes aires urbaines*

Type de commune	Total	Individuel	Individuel groupé	Collectif	Résidence
Pôle urbain	1 835 567	23%	13%	59%	5%
Couronne	865 794	67%	12%	19%	2%
dont < 2000 hab	*461 840*	*79%*	*9%*	*10%*	*2%*

*Aires urbaines 2010 dont le pôle fait plus de 10 000 emplois. Source : base Sit@del 2

France se caractérisant par une fragmentation élevée. Cette particularité française serait due au nombre très important de communes en France par rapport aux autres pays et au fait que chaque commune décide de manière assez indépendante de sa politique urbanistique (Charmes, 2009). Cela interroge donc sur les mécanismes économiques et institutionnels qui œuvrent à l'éclatement de la ville.

1.1.2 Les mécanismes de production des nouveaux paysages urbains

L'analyse globale du processus d'étalement et d'émiettement urbain permet de définir et quantifier le phénomène de périurbanisation. Il parait cependant intéressant d'analyser plus en détail les mécanismes et les acteurs de la croissance périurbaine : comment fonctionne la périurbanisation ? Pourquoi les couronnes s'étendent ?

Le logement individuel : un outil de l'émiettement urbain encouragé par les institutions

La production des espaces périurbains ne peut pas être dissociée de la production de logements individuels. La croissance périurbaine est réalisée presque totalement sous la forme de maisons individuelles : sur les 866 000 logements construits dans les couronnes des grandes aires urbaines entre 2001 et 2010, 79 % sont des logements individuels. Ce chiffre monte à 88 % dans les communes périurbaines de moins de 2 000 habitants (tableau 1.3). Dans les moyennes aires urbaines, 93 % des logements construits dans les couronnes sont des logements individuels.

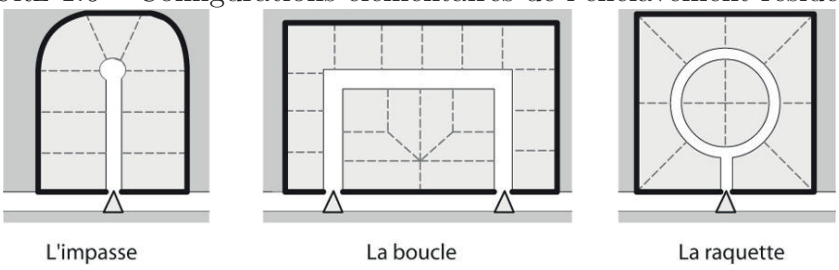
et 29 février 2012 à Paris), Colloque international « territoires périurbains dans les pays du Sud » (19 Décembre 2013 à Liège)

Dans les discours des hommes politiques, la propriété d'une maison individuelle serait plébiscitée, de manière innée, par les français qui y verraient un facteur d'ascension sociale (Jaillet, 1982; Giscard-d'Estaing, 1976). Haumont (2001) considère que le désir d'une maison individuelle est « l'une des normes de la francité : l'amour du pavillon est communément attribué au Français en tant qu'élément du caractère national ». Par ailleurs, Séverine Bonnin Oliveira (2012), dans son travail de thèse, présente les résultats d'un sondage de 2007 sur la forme d'habitat désirée des français : 86 % plébiscitent la maison individuelle (56 % pour la maison individuelle isolée, 20 % pour la maison individuelle dans un ensemble pavillonnaire et 11 % pour le petit habitat individuel en ville). Bourdieu et al. (1990) est plus critique en évoquant une demande construite : si « habiter » est un besoin, l'offre standardisée (le pavillon en propriété) « tend à annuler tout ou partie des autres manières possibles de satisfaire le besoin d'habiter (comme par exemple la location de maisons individuelles ou d'appartements dans des immeubles collectifs de qualité) [et] contribue à imposer une manière particulière de satisfaire ce besoin, sous apparence de respecter les goûts du consommateur-roi ». Ainsi, les promoteurs ont une préférence pour la construction de maisons individuelles en accession, y voyant la réalisation d'opérations moins risquées par rapport à des projets plus denses — habitat groupé ou intermédiaire (Castel, 2005a) — et ont imposé ce produit qui leur offre « de substantielles marges bénéficiaires » (Brun, 2001).

Au delà des discours récents sur le développement durable, le développement de la propriété périurbaine et du logement individuel est fortement encouragé par les institutions publiques. Bourdieu et al. (1990) évoquent un marché « non seulement contrôlé, mais véritablement construit par l'Etat ». En effet, afin de stimuler ou de maintenir les marchés de la construction et de l'immobilier, les gouvernements n'hésitent pas à intervenir directement pour entretenir la demande. Les outils privilégiés de la politique de logement en France sont, entre autres, les politiques d'accession à la propriété qui se succèdent depuis le début du XX^{e} siècle. Ainsi, le *rêve* de la maison individuelle est régulièrement instrumentalisé non seulement par les constructeurs, les promoteurs et les lotisseurs mais aussi par les hommes politiques pour légitimer leurs dispositifs d'aides à la propriété. En effet, les aides à la pierre ne sont pas dénuées d'intérêts politiques : être propriétaire est une valeur supposée stabiliser, en les sédentarisant, les ménages modestes.

Si les orientations de l'Etat en faveur du logement collectif et des villes nouvelles ont été très marquées dans les années 1950–1960, le vote de la Loi d'Orientation Foncière en 1967 a radicalement changé la donne. Le logement

FIGURE 1.6 – Configurations élémentaires de l'enclavement résidentiel



d'après Gosset, 2006

individuel et l'initiative privée ont été remises sur le devant de la scène. La loi a permis l'ouverture à l'urbanisation d'un grand nombre de terrains, tant et bien qu'il est devenu possible de construire une maison individuelle « presque partout » (Bauer et Toux, 1976). Différents dispositifs d'aide à la construction de logements individuels vont se succéder : prêt d'accession à la propriété (1977), prêt à taux zéro (1995), nouveau prêt à taux zéro (2005), pass foncier (2008), prêt à taux zéro plus (2011)... Certaines mesures revêtent même une appellation proche du marketing (péri)urbain comme par exemple la « maison à 100 000 euros » (2005) ou « ma maison pour 15 euros par jour » (2008). Ainsi, alors que la loi Solidarité et renouvellement urbain de 2000 affirme une volonté de lutte contre l'étalement urbain, les politiques d'aides au logement mises en place semblent au contraire le favoriser (Renard, 2006).

Les promoteurs et constructeurs profitent de cette demande stimulée par les politiques publiques en proposant des produits standardisés (mais avec différentes « gammes ») aux ménages s'installant dans les couronnes périurbaines (Callen, 2010). Les formes de la périurbanisation sont souvent assimilées à celles du lotissement. L'influence des théories du *new urbanism* et des *defensive spaces* ressort dans la morphologie viaire de ces lotissements, avec des culs de sac, des boucles et des raquettes (Newman, 1973, 1996; Gosset, 2006). Elle engendre des structures urbaines peu perméables tendant vers la privatisation, ou du moins la *clubbisation*, de l'espace public (figure 1.6). Cette logique communautaire de production de l'urbain atteint son paroxysme avec les *gated communities* (lotissements fermés) que l'on observe en France dans les espaces périurbains les plus dynamiques (Le Goix, 2006).

Le lotissement ne représente qu'une partie minoritaire de la production de la ville périurbaine (Castel, 2010), souvent concentré dans les territoires ayant un fort potentiel de développement (Carvalho et al., 2009). En France, la majorité de l'urbanisation périurbaine donc reste le fait de constructions

isolées : seulement 15 % des maisons individuelles des grandes couronnes périurbaines sont construites au sein d'une opération groupée. La production de la ville périurbaine tient donc davantage du saupoudrage de pavillons sur le territoire que d'opérations planifiées. Toutefois, que la croissance se fasse par développement de lotissements ou construction de maisons isolées, cela n'empêche pas d'observer des schémas types dans le processus de périurbanisation des communes rurales.

Le cycle de développement d'une commune périurbaine : de la revitalisation rurale à l'entre-soi pavillonnaire

S'inspirant des travaux de Vilmin (2006), Charmes (2009) résume le processus de périurbanisation d'une commune, qu'il qualifie d'urbanisme malthusien, en quatre étapes :

1. La périurbanisation de la commune est amorcée par la croissance de la demande en logements, provoquée par l'extension de l'aire d'influence d'une ville. De manière générale, les populations rurales et les élus répondent à cette demande avec bienveillance dans la mesure où elle est perçue comme un moyen de revitaliser la commune, notamment l'école. L'urbanisation est aussi intéressante pour les propriétaires fonciers (souvent influents dans les conseils municipaux) qui font pression pour classer certains terrains en zone urbanisable.
2. Conséquence de cette logique foncière, la population de la commune peut croitre de manière importante. Lorsque l'urbanisation s'effectue de manière diffuse la population augmente relativement régulièrement. Toutefois, la croissance peut s'effectuer par à-coups lors d'implantation de lotissements ou d'opérations d'habitat groupé. L'urbanisation modifie les équilibres locaux : démographique, sociologique (la structure de la population change), politique et financier (besoin de fournir de nouveaux équipements).
3. Assez rapidement, la commune entre dans une phase de stabilisation, voire de déclin démographique due à l'affirmation politique d'une logique de préservation du cadre de vie au détriment de la valorisation foncière. En effet, lorsqu'ils atteignent une proportion suffisante, les propriétaires de maisons individuelles (qui ne possèdent pas de terrains agricoles et préfèrent être entourés d'espaces verts plutôt que de nouveaux pavillons) peuvent prendre le contrôle de la municipalité et imposer leurs exigences.
4. Dans un dernier temps, une croissance plus faible peut demeurer, por-

tée par les propriétaires fonciers et souvent appuyée par la nécessité de maintenir les classes de l'école ouvertes. En effet, au bout de quelques années les enfants des périurbains atteignent l'âge d'aller au collège et il faut donc attirer de nouveaux ménages avec des enfants afin de maintenir l'équilibre de la commune. Cette croissance reste cependant modeste sauf en cas de projets urbains pour les communes plus importantes (restructuration du tissu bâti ou affirmation d'une centralité).

La périurbanisation à l'échelle une commune peut s'appréhender comme une transformation du village rural (avec un fort pouvoir des propriétaires fonciers) en un club de propriétaires de pavillons cherchant à maintenir un entre-soi protecteur (Donzelot, 2009).

Un protectionnisme périurbain qui alimente l'éloignement des ménages et la stratification sociale

La limitation de la croissance des communes périurbaines permet de maintenir une ceinture verte autour des espaces urbanisés. Cette ceinture verte est un élément identitaire fort de l'identité périurbaine (Charmes, 2009) qui différencie nettement le périurbain de la banlieue (et ses « cités »), perçue comme un espace de l'entre-soi contraint, d'immobilisme, d'insécurité et de paupérisation (Donzelot, 2009). ll s'agit alors de maintenir l'idéal d'une identité villageoise dans des territoires qui, sur le plan fonctionnel, ont des modes de vie plutôt urbains. L'illusion villageoise est alors garanti par un processus visuel : faire en sorte que le lieu d'habitation ressemble à un village en englobant l'espace bâti dans un écrin vert (Charmes, 2009). Le maintien de cette ceinture verte est garantie par le verrouillage des règlements d'urbanisme qui interdisent la construction dans les zones naturelles et agricoles. Certaines communes cherchent aussi à protéger leurs espaces naturels en initiant des démarches en vue de faire classer leur territoire en espace naturel sensible, Znieff, zone Natura 2000 ou en créant un Parc Naturel Régional (PNR) : en 2008, plus d'un tiers des communes des PNR étaient périurbaines (Roux et Vanier, 2008).

L'émergence d'un urbanisme défensif des périurbains est rendue possible par la *clubbisation* des institutions municipales, en réaction à l'étalement urbain, par les résidents de pavillons ou de lotissements. Le Goix (2009) relate ainsi le cas de la Plaine de Versailles, un territoire offrant d'excellentes opportunités d'investissement, qui est devenu un territoire *no growth* (sans croissance) quand les résidents les plus aisés ont pris le pouvoir. La volonté de maintenir l'illusion villageoise incite aussi les communes périurbaines à se regrouper au-

tour de Scot (Schéma de Cohérence Territorial) pour défendre leurs intérêts et peser face à l'agglomération. C'est ainsi qu'autour du Scot de l'agglomération (qui intègre parfois les communes périurbaines les plus proches), se sont mis en place des Scot qui couvrent essentiellement des territoires périurbains (Helluin, 2006; Desjardins, 2009).

Ces mesures de protectionnisme territorial (dont le but est d'éviter d'être *rattrapé* par la banlieue) ont des conséquences fortes en ce qui concerne l'élargissement des couronnes périurbaines. En effet, sous l'effet des restrictions d'urbanisation, l'offre foncière ne pouvant plus répondre à la demande de nouveaux logements, les prix immobiliers augmentent dans les premières couronnes périurbaines. Les ménages modestes et les primo-accedants ne peuvent donc plus accéder à un logement à proximité de l'agglomération et doivent s'installer à une distance plus élevée, au delà les PNR ou des Scot défensifs. Ainsi, l'extension spatiale des banlieues reste modeste (2 % des communes périurbaines ont été intégrées dans un pôle urbain entre 1990 et 1999) alors que que les couronnes périurbaines s'agrandissent fortement : la superficie des couronnes périurbaines a augmenté de 44 % entre 1999 et 2008 (à comparer avec une croissance de 22 % pour les pôles urbains) (Floch et Levy, 2011).

L'entre-soi protecteur des communes périurbaines n'a pas pour objectif uniquement de préserver un paysage idéalisé. Sous couvert de la défense du cadre de vie, certaines communes périurbaines limitent leur urbanisation pour *préserver* le niveau social de la commune, au risque de créer une stratification sociale des espaces périurbains (Berger et Saint-Gérand, 1993; Berger, 2006; Préteceille, 2006). Donzelot (2009) explique en effet que « la jouissance d'un cadre naturel parait de plus en plus déterminée par les règles d'un marché qui s'est organisé de façon à dispenser les aménités environnementales en stricte fonction du niveau de revenu des prétendants à de tels bienfaits ». Les ménages les plus modestes se retrouvent donc aux franges des couronnes périurbaines, ce qui pose un certain nombre de questions sociales et de mobilité.

1.2 Vivre et bouger dans le périurbain : entre liberté et dépendance

Les dynamiques de périurbanisation et de déconcentration des activités ont des conséquences visibles sur les mobilités et les modes d'habiter des périurbains. Les distances s'allongent pour compenser les faibles densités, l'usage quasi-généralisé de l'automobile permettant de maintenir un bon niveau d'accessibilité. Cependant, tous les périurbains ne veulent ou ne peuvent pratiquer la ville à la carte, de même que tous les périurbains n'entretiennent pas le même rapport à la ville centre. C'est pourquoi cette partie présente les différentes pratiques de mobilité et d'habiter des résidents du périurbain. Elle évoque aussi les difficultés qui peuvent survenir suite à une installation périurbaine et les stratégies d'adaptation des ménages.

1.2.1 Les conséquences de la localisation des activités sur les navettes domicile–travail

Malgré un processus de desserrement, l'emploi reste encore concentré dans les pôles urbains

Les couronnes périurbaines sont, de manière générale, considérées comme des espaces très résidentiels et dépourvus d'emplois, l'agglomération restant le principal lieu de concentration de l'emploi (Le Jeannic, 1997). Si ce constat est encore vrai pour une majeure partie, les dynamiques de localisation des activités des vingts dernières années permettent de le nuancer légèrement.

En 2008, les pôles urbains restent encore très largement les principales zones d'emplois des aires urbaines[3] puisque 83,5 % des emplois des aires urbaines y sont situés (tableau 1.4 et figure 1.7 à gauche). On observe cependant au sein des agglomérations un phénomène de déconcentration intéressant : jusque dans les années 1990, la ville-centre possède la majorité des emplois du pôle urbain et est, à ce titre, le principal espace économique des aires urbaines. À partir du recensement de 1999, les communes de banlieue devancent les villes-centres en nombre d'emplois. Ainsi, en 2008, près de 44 % des emplois des espaces sous influence urbaine sont situés dans les communes de banlieue contre 40 % dans

3. Ici nous utilisons comme périmètre fixe les limites des aires urbaines de 1999, tout en ayant conscience que travailler à périmètre constant peut introduire un biais (Julien, 2000). Le choix d'un territoire étendu mais fixe conduit à surestimer la population initiale et donc à sous estimer un peu la dynamique de croissance (Paulus et Pumain, 2002), c'est pourquoi nous avons préféré le périmètre de 1999 à celui de 2010 (qui nous semble vraiment inadapté pour les premières périodes inter-censitaires)

TABLE 1.4 – Evolution de la répartition de l'emploi (en %) dans les aires urbaines entre 1968 et 2008

Type de commune	1968	1975	1982	1990	1999	2008
Pole urbain	**82,0%**	**83,8%**	**84,6%**	**85,0%**	**83,9%**	**83,5%**
ville centre	*44,9%*	*44,1%*	*44,1%*	*43,0%*	*41,0%*	*39,8%*
Banlieue	*37,1%*	*39,7%*	*40,5%*	*42,0%*	*42,8%*	*43,6%*
Espace périurbain	**18,0%**	**16,2%**	**15,4%**	**15,0%**	**16,1%**	**16,5%**
Monopolarisé	*12,7%*	*11,6%*	*11,3%*	*11,1%*	*12,2%*	*12,6%*
Multipolarisé	*5,3%*	*4,5%*	*4,2%*	*3,9%*	*4,0%*	*3,9%*

Emplois occupés par des actifs entre 25 et 54 ans. Périmètre AU 1999.
Réalisation : M Drevelle, 2013. Sources : INSEE RGP séries longues 1968-2008

TABLE 1.5 – Part des nouveaux emplois captés par type de territoire entre 1968 et 2008

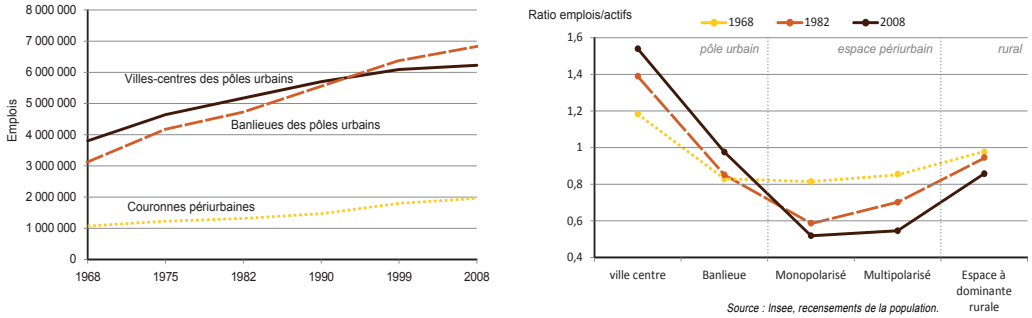
Type de commune	1968-1975	1975-1982	1982-1990	1990-1999	1999-2007
Pole urbain	**91,4%**	**91,0%**	**88,4%**	**74,3%**	**76,1%**
ville centre	*41,1%*	*43,9%*	*34,7%*	*24,4%*	*17,1%*
Banlieue	*50,4%*	*47,2%*	*53,8%*	*49,9%*	*58,9%*
Espace périurbain	**8,6%**	**9,0%**	**11,6%**	**25,7%**	**23,9%**
Monopolarisé	*7,3%*	*8,1%*	*9,8%*	*20,8%*	*21,3%*
Multipolarisé	*1,2%*	*0,9%*	*1,8%*	*4,8%*	*2,6%*

Emplois occupés par des actifs entre 25 et 54 ans. Périmètre AU 1999.
Réalisation : M Drevelle, 2013. Sources : INSEE RGP séries longues 1968-2008

les villes-centres. Les espaces périurbains (mono et multipolarisés) représentent quant à eux 16,5 % des emplois.

L'analyse des évolutions de l'emploi dans les différents territoires des aires urbaines est intéressante pour mieux comprendre la redistribution des activités au sein des aires urbaines. Jusque 1982, les pôles urbains captent plus de 90 % des nouveaux emplois des aires urbaines, cette captation se faisant de manière équilibrée entre la ville-centre et la banlieue (tableau 1.5). Entre 1982 et 1990, l'attractivité du pôles urbain reste très importante mais on observe un décrochage assez net de l'attractivité des villes-centres par rapport à la banlieue. Depuis 1990, les communes périurbaines bénéficient d'une bonne attractivité économique, en effet, les espaces périurbains captent sur la période 1990–2008 environ un nouvel emploi sur quatre et deviennent plus attractifs que les villes-centres (qui ne captent que 17 % des nouveaux emplois sur la période 1999–2008).

FIGURE 1.7 – Evolution du nombre d'emploi et du ratio emplois/actifs entre 1968 et 2008



Si le desserement de l'emploi vers la banlieue et les espaces périurbains est un fait avéré, son ampleur est encore trop faible pour compenser les mouvements centrifuges des actifs. Le graphique 1.7 (à droite), présentant le ratio entre le nombre d'emplois et le nombre d'actifs dans chaque sous ensemble du territoire français, est utile pour mieux comprendre le déséquilibre entre la localisation des actifs et celle des emplois. Il fait apparaitre une structure géographique assez nette.

- La *ville-centre*, malgré son faible dynamisme démographique, reste un lieu très attractif pour les emplois : ainsi en 1968 on compte 1,2 emplois par actif dans les villes-centres contre près de 1,6 en 2008.
- Grâce au desserement des activités, la *banlieue*, qui accuse un léger déficit d'emplois par rapport à son nombre d'actifs dans les années 1970, comble son retard sur la période 1982–2008. On y compte autant d'emplois que d'actifs en 2008.
- Les *espaces périurbains*, qui se situent dans la même situation que les banlieues en 1968, voient leur rapport emplois sur actifs s'effondrer, d'abord dans la couronne monopolarisée entre 1968 et 1982 puis dans la couronne multipolarisée entre 1982 et 2008. On ne compte ainsi que 0,5 emploi par actif dans le périurbain : le regain d'attractivité économique de ces espaces sur la période récente ne suffit pas, pour le moment, à compenser l'attractivité résidentielle.
- Les *espaces à dominante rurale*, qui possèdent une faible attractivité économique mais aussi une faible attractivité résidentielle gardent un ratio relativement stable autour de 0,9 emploi par actif.

Ce déséquilibre entre la localisation des actifs et celle des emplois a des conséquences directes pour les navettes domicile travail.

Des navettes qui en moyenne se rallongent et se complexifient

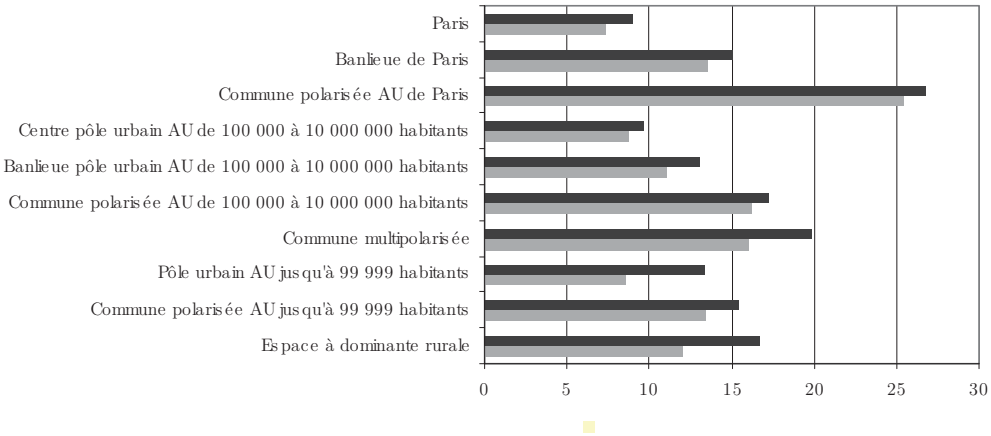
Si l'attractivité économique des espaces périurbains reste encore modérée, elle permet l'émergence de pôles d'emplois de proximité. Toutefois, dans la mesure où le desserement de l'emploi s'effectue à une vitesse moindre que celui de la population, la périurbanisation engendre un allongement moyen des navettes domicile travail. Cet allongement touche à la fois les périurbains, dont la localisation résidentielle s'éloigne du centre de gravité de l'emploi, et les urbains, puisque les emplois tendent à se desserrer vers les banlieues et les couronnes. Ainsi, entre 1994 et 2008 (dates des deux dernière enquêtes nationales transport et déplacement), la longueur moyenne des navettes a augmenté, quelque soit l'espace de résidence (François, 2010).

Au sein des aires urbaines, on observe un gradient de la distance moyenne des navettes domicile–travail au fur et à mesure que l'on s'éloigne du centre de l'agglomération (figure 1.8). Les actifs des villes-centres des aires urbaines de plus de 100 000 habitants ont des navettes moyennes inférieures à 10 kilomètres tandis que les actifs périurbains de ces mêmes aires urbaines font des navettes de près de 17 kilomètres (cette distance atteint presque 20 kilomètres pour les actifs des couronnes multipolarisées). Dans les aires urbaines de plus petite taille, cette différence est moins marquée, les actifs du pôle urbain ayant en moyenne des navettes plus longues (environ 13 kilomètres) et ceux de la couronne des navettes plus courtes que dans les grandes aires urbaines (environ 15 kilomètres). Cependant, ces différences de distance sont compensées par les vitesses plus élevées dans les couronnes périurbaines et le gradient entre centre et périphérie est fortement atténué si on considère les temps de parcours (et non les distances). Ainsi, alors que les distances varient dans un rapport de 1 à 2 entre la ville-centre et les communes multipolarisées, le temps moyen de parcours n'y est supérieur que de 28 % (18 minutes pour les villes-centres contre 23 minutes pour les communes multipolarisées). Dans les petites aires urbaines, les temps moyens de parcours sont similaires entre le pôle urbain et la couronne.

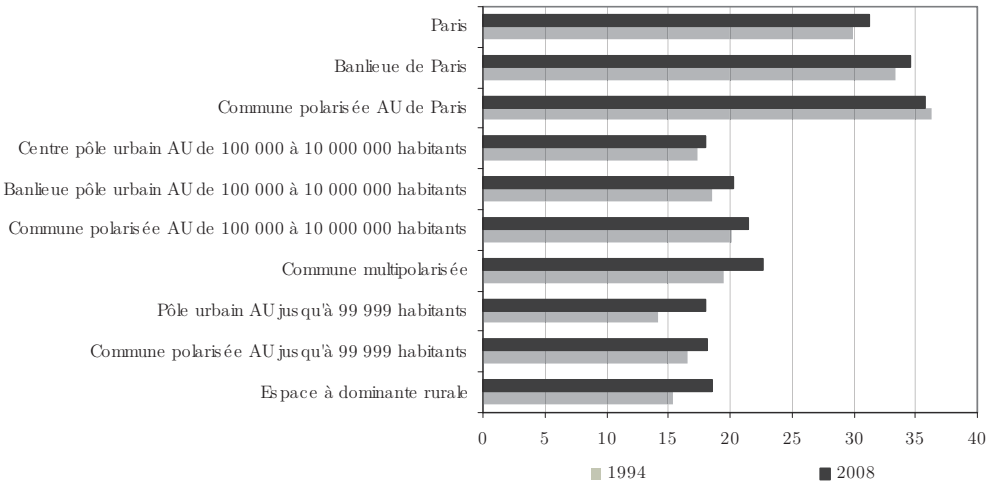
Outre leur allongement, les navettes domicile–travail dans les aires urbaines se sont aussi complexifiées durant les dernières décennies, sortant du schéma simple périphérie vers centre-ville. Beaucire et Chalonge (2011) montrent, à travers l'étude des aires urbaines de plus de 80 000 emplois (hors Paris), que les villes-centres ne captent que 28 % des actifs résidant dans le périurbain. Les banlieues font presque jeu égal avec les villes-centres puisque, alors que 16 % des actifs périurbains y travaillaient en 1982, en 2007, elles en accueillent 23 %. Les mobilités domicile–travail en 2007 présentent ainsi des trajets plus

FIGURE 1.8 – Evolution des distances et temps de navettes domicile–travail entre 1994 et 2008

Distance moyenne de l'aller selon le type urbain du domicile de résidence (en km)



Temps moyen de l'aller selon le type urbain du domicile de résidence (en minutes)



Champ : actifs ayant un lieu de travail fixe hors de leur domicile.
Sources : SoeS, Insee, Inrets, enquêtes nationales transports et déplacements 1994, 2008

D'après François (2010)

complexes, notamment avec une part importante de trajets de périphérie (banlieue ou périurbain) à périphérie, ou de la ville-centre vers la périphérie. Ces nouveaux schémas modifient la donne des migrations domicile–travail. Ainsi, si on ne considère que les actifs migrants (qui travaillent en dehors de leur commune de résidence [4]), les actifs des villes-centres parcourent des distances moyennes plus importantes (18,6 kilomètres) que ceux des couronnes périurbaines (16,6 kilomètres) (Gabet, 2004).

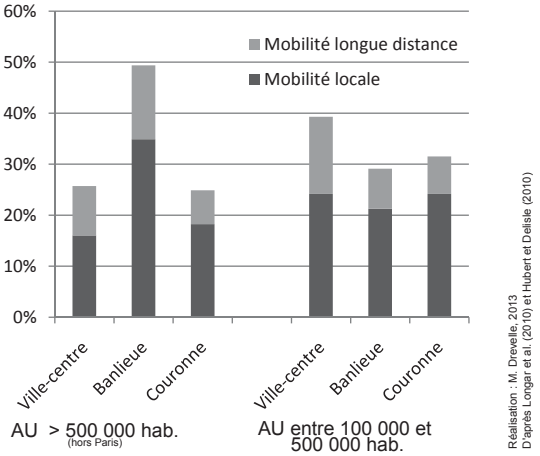
De l'impact écologique des mobilités périurbaines

La longueur moyenne importante des navettes domicile–travail des actifs périurbains, mais aussi des mobilités locales pour un autre motif que le travail (Hassaïne, 2012), et le recours plus fréquent à l'automobile (Quetelard, 2010; Le Jeannic, 2012) ne sont pas neutres écologiquement. Les périurbains émettent en moyenne davantage de CO_2 pour leurs mobilités locales que les résidents des pôles urbains (Longuar et al., 2010; Levy et Le Jeannic, 2011; Le Jeannic, 2012). Les recherches de Orfeuil et Soleyret (2002) et Nessi (2012) ont mis en évidence l'existence de mobilités compensatoires (le fameux « effet barbecue »), les plus faibles émissions des urbains pour les mobilités locales seraient compensées par de plus fortes émissions pour les mobilités à grande distance. Toutefois ces mobilités compensatoires sont loin d'équilibrer le bilan carbone global entre urbains et périurbains (Longuar et al., 2010).

Si l'approche retenant l'analyse des émissions par habitant est importante, elle ne doit pas masquer les enjeux d'une analyse plus globale. En effet, s'il apparait qu'un périurbain émet davantage de CO_2 qu'un urbain ou un banlieusard, la prise en compte de la répartition des stocks de population offre un nouveau regard sur la durabilité des différents espaces. Il apparait alors que dans les aires urbaines de plus de 500 000 habitants (hors Paris), ce sont les banlieues qui émettent le plus de CO_2 lié à la mobilité (près de 50 % des émissions pour 47 % de la population), les émissions de la couronne sont équivalentes à celles de la ville-centre (figure 1.9). Dans les aires urbaines de 100 000 à 500 000 habitants, les émissions sont assez équivalentes entre villes-centres, banlieues et couronnes périurbaines. De plus, ces chiffres moyens ne permettent pas de dissocier les grands navetteurs (qui vont tous les jours de la couronne à la ville-centre) des périurbains ayant des mobilités davantage internes à la couronne.

4. Ils représentent 32 % des actifs des pôles urbains et 79 % des actifs des couronnes

FIGURE 1.9 – Répartition des émissions de CO_2 par sous espace des aires urbaines



L'émergence de pôles périurbains permet des relations de proximité dans les couronnes : vers une métropole polycentrique ?

Les recherches sur le développement du polycentrisme dans les grandes agglomérations montrent que des pôles périphériques apparaissent lorsque la population augmente et que l'éloignement entre habitants et emplois rend les migrations trop longues ou couteuses (Fujita et Ogawa, 1982; McMillen et Smith, 2003). Ces pôles incitent cependant à une utilisation accrue de l'automobile (Cervero et Wu, 1997; Schwanen et al., 2001), les transports en commun répondant davantage aux déplacements radiaux vers les centres. L'émergence de pôles d'emplois permet de réduire le temps de déplacement domicile–travail (Sultana, 2000; Cervero et Wu, 1997), mais leur effet sur les distances de déplacement est plus contrasté. Des travaux empiriques à San Francisco (Cervero et Wu, 1998) ou dans sept agglomérations françaises (Aguilera et Mignot, 2004) mettent en évidence une certaine homogénéisation des aires de recrutement des pôles centraux et périphériques. Les recherches de Schwanen et al. (2001) montrent d'ailleurs que la ville polycentrique permet des distances de navette plus faibles qu'une organisation monocentrique uniquement si les pôles périphériques sont suffisamment indépendants (c'est à dire que si la majorité des habitants de la périphérie travaillent dans des pôles périphériques).

En France, le développement de petits pôles d'emplois dans les couronnes périurbaines a permis de rendre ces dernières attractives pour les habitants du pôle urbain : en 2007, un emploi sur quatre de la couronne est occupé par un actif du pôle urbain (contre 14 % en 1982) (Beaucire et Chalonge,

2011). Par ailleurs, toujours selon Beaucire et Chalonge (2011), plus de 40 % des périurbains des grandes aires urbaines travaillent dans les couronnes. Les navettes domicile–travail à destinations du périurbain sont en moyenne plus courtes que celles à destination de la ville-centre et comparables aux navettes à destination des communes de banlieue. Habiter le périurbain ne condamne donc pas à réaliser de longues navettes, dans la congestion, à destination du cœur de l'agglomération.

Les travaux d'Aguilera et Conti (2013) mettent en évidence des résultats similaires, avec une évolution des navettes domicile–travail périurbaines en deux phases. La première est dominée par le développement de relations domicile–travail avec la partie centrale de la métropole et un fort allongement des distances, tandis que la seconde se caractérise par une repolarisation des mobilités sur un espace plus local, fortement structuré par les pôles secondaires. Chalonge et Desjardins (2012) confirment ce constat dans une étude sur Angoulème et interrogent la notion d'aire urbaine, l'interdépendance des espaces et la « teneur en proximité » dans les couronnes periurbaines. Ainsi, la notion d'aire urbaine masque en partie l'émergence de polarités périurbaines qui permettent des relations de proximité, même si cette proximité est une proximité automobile. Dans les franges des aires urbaines, le nombre d'actifs travaillant dans l'agglomération est assez faible : de nombreux actifs des franges travaillent en effet dans des pôles de la couronne périurbaine. Il convient donc de déceler, à l'intérieur de la catégorie « couronne périurbaine », la diversité des caractéristiques de mobilité et des rapports à la ville-centre des périurbains.

1.2.2 Un ou des modes de vivre le périurbain ?

Une opposition entre urbains et périurbain ?

Dans la littérature, les habitants des centres denses et des couronnes périurbaines sont présentés comme ayant des modes de vie différents, presque antinomiques. Dans le cadre conceptuel de la ville émergente (Chalas et Dubois-Taigne, 1997), le choix de l'installation périurbaine est une mise en adéquation du mode de vie urbain avec les évolutions de la société (nouveau rapport au travail, hédonisme, hyperconsommation, nouvelles techniques de communication…) et s'oppose à la « ville d'hier, dense, minérale » touchée par l'exode urbain. Dans la ville émergente, il faut une voiture pour organiser l'accessibilité, un garage non pas pour garer la voiture mais pour stocker les achats [5], un

5. Dans un appartement haussmannien, les placards et surfaces de rangement représentent 4 % de la surface du logement ; dans une maison individuelle, 40 % (Charmes et

jardin pour entretenir un rapport à la nature d'ordre sensible. La ville émergente, et donc la périurbanisation, permet aux individus de mieux maitriser leur vie quotidienne :

> « Au fond de la ville émergente, il y a les décisions individuelles de gens saisissant des opportunités qui leur sont offertes pour mener les modes de vie urbains qu'ils souhaitent mener. »
>
> Yves Chalas *in* Charmes et Léger (2009)

Apportant un regard critique sur la ville émergente, Lévy (2001) ne voit pas la périubanisation comme « la condition *progressiste* d'une meilleure adéquation de l'individu à la ville » mais comme « un projet centré sur la maison, l'automobile, la famille et le patrimoine ». Cailly (2008) résume la vision de Lévy de l'opposition urbains/périurbains d'une manière assez caricaturale :

> « D'un côté, les habitants des quartiers centraux, vivant en appartement, se déplaçant à pied ou en bus, sensibles aux espaces publics, ouverts aux « frottements », progressistes, humanistes et écologiquement corrects ; de l'autre, les pavillonnaires, repliés sur l'espace privé du logement, dépendants de l'automobile, producteurs de lieux « génériques », porteurs d'idéologies défensives et sécuritaires, et immanquablement pollueurs. »
>
> Cailly (2008)

Ces réflexions sur un mode de vie périurbain stéréotypé comportent certes une part de vérité, toutefois ils semblent trop schématiques pour embrasser toute la diversité des modes d'habiter le périurbain. S'il est possible d'observer des modes de vie dominants dans les espaces périphériques, d'une part ces modes n'en sont pas pour autant spécifiquement périurbains (ils tendent à se diffuser dans d'autres territoires de la ville) et d'autre part, la notion de « dominant » est mise à mal par la diversification des modes d'habiter.

Le « pack périurbain »

Les travaux de Laurent Cailly (2008), basés sur des entretiens qualitatifs dans l'aire urbaine de Tours, sont utiles pour mieux comprendre les modes d'habiter du périurbain. Selon lui, « les citadins, lorsqu'ils abandonnent le centre et acquièrent une maison individuelle en périphérie, s'achètent, d'une certaine manière, le quotidien qui va avec » et propose la notion de « pack périurbain », résumable à sept composantes.

Léger, 2009)

Une ville mobile. Les périurbains se déplacent plus en distance que les habitants des villes-centres et des banlieues (Orfeuil, 1998). Cette caractéristique est une conséquence spatiale des faibles densités compensées par la vitesse car si les distances sont plus importantes, la durée quotidienne de déplacement des périurbains est identique à celle des urbains, aux alentours de 55 minutes (Armoogum et al., 2010).

Une ville automobile. La possession et l'utilisation de l'automobile est plus fréquente dans les couronnes périurbaines. En 2008, dans les aires urbaines de plus de 100 000 habitants, on dénombre en moyenne 1,7 voitures par ménage dans la couronne, 1,3 en banlieue et un peu moins de 1 voiture par ménage dans les villes-centres (Robin, 2010). La part modale de l'automobile est de presque 80 % dans le périurbain (contre 70 % en banlieue et 50 % dans les villes-centres) (Quetelard, 2010).

Une ville en boucles programmées. Laurent Cailly (2008) oppose, dans l'agglomération de Tours, un schéma de mobilité en boucle dans le périurbain à un schéma en étoile autour du domicile dans le centre. Cette surreprésentation quantitative des boucles dans le périurbain n'apparait pas systématiquement pour d'autres agglomérations (Gabet, 2004). Toutefois, les distances importantes à parcourir et la surreprésentation des mobilités liées aux enfants (Gabet, 2004) vont dans le sens d'une mobilité plus planifiée.

Une ville réseau. Les périurbains tendent à organiser leur espace de vie sous la forme d'un réseau pour pallier les faibles densités. La forme réticulaire, rendue possible par l'usage de l'automobile, permet de rendre contigus des lieux éclatés et de recréer, par la mobilité, un espace de proximité.

Une ville polycentrique. L'espace de vie des périurbains tend à être structuré par des centralités hiérarchisées. À l'image du modèle de Christaller (1966), le polycentrisme périurbain serait composé de centres locaux (proches de l'habitation et fournissant les services quotidiens), de centres périphériques (plutôt situés en banlieue et offrant une gamme plus large de services) et du centre de l'agglomération.

Une ville sectorisée. Les périurbains tendent à concentrer leurs activités et pratiques sociales dans un secteur de l'aire urbaine qui, globalement, s'étend du centre de l'agglomération à la commune de résidence (et les communes voisines).

Une ville multiscalaire. Les pratiques périurbaines s'inscrivent dans des échelles différentes selon les besoins. Ainsi les espaces proches comme le domicile et la commune sont fortement valorisés au quotidien par les périurbains tandis que le secteur central revêt davantage une dimension fonctionnelle. L'ap-

propriation du reste de l'aire urbaine reste quant à elle plus exceptionnelle, pour atteindre une ressource spécifique.

Les modalités d'utilisation de ce « pack » diffèrent toutefois selon les périurbains. Il existe donc plusieurs schémas-types pour rendre compte de la variété des modes d'habiter périurbains.

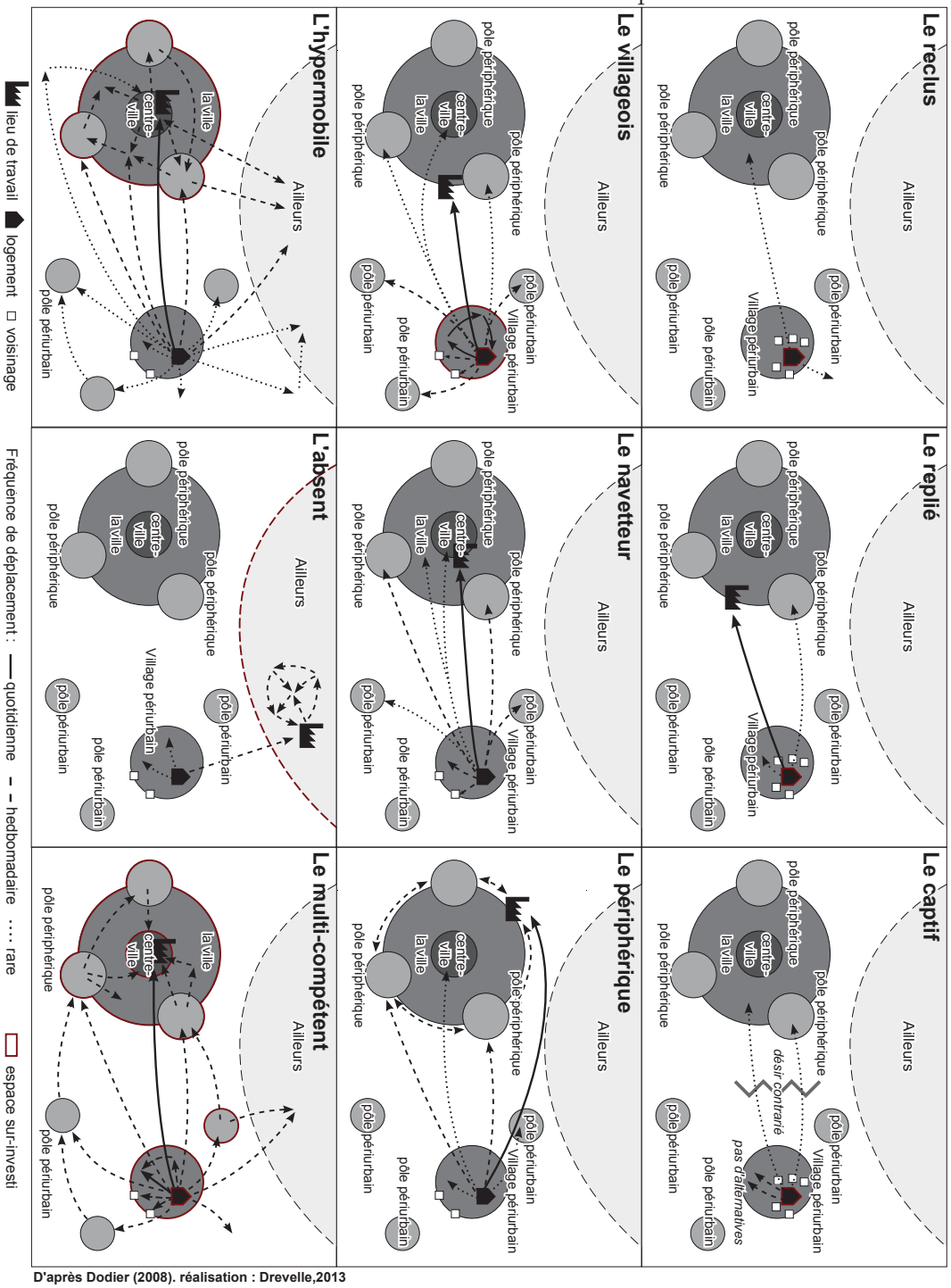
Typologie des modes d'habiter périurbains

Certains travaux cherchent à mettre en évidence l'existence d'un archétype périurbain (Bourdin, 2001; Jaillet, 2004), ce qui peut sembler un peu réducteur. Rodolphe Dodier (2009, 2013) propose d'utiliser neuf types d'habiter le périurbain, établis à partir d'une approche qualitative, pour rendre compte de la diversité des rapports à l'espace des habitants du périurbain (figure 1.10) :

Les trois premiers types sont caractérisés par un fort investissement du domicile et des relations peu fréquentes avec l'agglomération, ils peuvent être assimilés à des figures de souffrance. Les *reclus* sont en général des personnes ayant de grandes difficultés de mobilité individuelle (vieillesse, handicap...). Leurs déplacements sont rares, accompagnés et souvent dans une proximité immédiate ; leur contact avec l'extérieur passe par des visites à domicile de la famille ou d'une aide. Les *repliés* ont une faible mobilité en dehors du logement, qui est l'espace de référence. Ces mobilité sont surtout des mobilités contraintes (travail, courses), les loisirs et sociabilités ayant plutôt lieu dans le domicile. Ce mode d'habiter est issu d'une appétence pour le « cocooning » ou d'un rejet des autres ou de la société. Les *captifs* sont caractérisés par une faible mobilité en dehors du logement, alors même que le désir de ville est important (amis, famille, regret d'un statut social urbain). Le coût de la mobilité ou les contraintes comme la garde d'enfant sont à l'origine de ce mode d'habiter.

Les trois types suivants sont plus équilibrés entre plusieurs échelles de référence. Les *villageois* fréquentent leur commune de résidence de manière intense pour les déplacements utilitaires (achats, services...) mais aussi pour les déplacements de loisir et les sociabilités. Ils se considèrent comme bien intégrés dans leur commune. Ils fréquentent aussi les espaces centraux et péricentraux, mais avec une intensité plus faible et souvent pour des déplacements plus contraints. Les *navetteurs* se considèrent clairement comme habitant à la campagne et travaillant en ville. Ils fréquentent régulièrement leur commune de résidence (mais moins que les villageois) mais aussi la périphérie de l'agglomération (et plus rarement le centre-ville), sans hiérarchiser ces différents espaces d'un point de vue identitaire. Les *périphériques* sont moins bien intégrés localement mais fréquentent de manière intense les espaces pericentraux et périurbains, en par-

FIGURE 1.10 – Neuf modes d'habiter périurbains



D'après Dodier (2008). réalisation : Drevelle,2013

ticulier les zones commerciales, qui proposent des aménités dans le domaine des loisirs.

Les trois derniers types renvoient à des modes d'habiter métapolitains et s'inscrivent dans les différentes figures qui ont servi à décrire l'évolution des modes d'habiter contemporains : multi-appartenance territoriale (Piolle, 1991), multi-territorialité, structure en archipel (Chalas et Dubois-Taigne, 1997) ou habiter poly-topique (Stock, 2004). Les *multi-compétents* se considèrent comme des habitants de l'aire urbaine, ils sont la figure des individus pratiquant la ville au choix (Dubois-Taigne et Chalas, 1997). Ils sont bien intégrés dans leur village, fréquentent régulièrement les espaces denses de l'agglomération et ne dédaignent pas se rendre dans les centres commerciaux de banlieue ou les petites villes périurbaines. Les *hyperurbains* poussent à l'extrême la mobilité et la multiscalarité. Leur vie est éclatée entre des lieux multiples. Ils travaillent en ville mais ont de nombreux déplacements professionnels en dehors de l'aire urbaine. Ils fréquentent les différents espaces de l'aire urbaine (notamment pour des déplacement utilitaires mais aussi pour participer à des événements) toutefois leurs loisirs et sociabilités s'inscrivent souvent dans des espaces plus lointains. Les *absents* sont très peu présents à l'échelle locale, il s'agit souvent d'actifs réalisant des migrations alternantes à longue distance (souvent hebdomadaires) et résidant en dehors de l'aire urbaine durant la semaine. Lorsqu'ils sont dans leur commune périurbaine, leurs pratiques de l'espace s'apparentent à celles des repliés.

Cette typologie d'habiter le périurbain permet de mieux appréhender la variété des schémas de mobilité des résidents des espaces périurbains. Elle permet aussi de relativiser des théories de modes de vie métropolitains (Asher, 1995) ou de la ville à la carte (Dubois-Taigne et Chalas, 1997). Ces modes d'habiter sont certes présents (ils représentent environ 30 % des périurbains), mais ils ne doivent pas pour autant masquer l'existence de périurbains dont le mode d'habiter renvoie à une figure de souffrance (environ 25 % des périurbains).

1.2.3 Le côté obscur des faibles densités : captivité et dépendance automobile

Des catégories sociales inégalement touchées par la « souffrance » périurbaine

Les modes d'habiter sont liées à l'identité sociale des individus (Dodier, 2013). En reprenant les grandes classes de la typologie d'habiter le périurbain présentée précédemment — à savoir les figures métapolitaines, les figures équi-

TABLE 1.6 – Importance des figures d'habiter périurbaines en fonction de la catégorie sociale

	Souffrance	Equilibrée	Métapolitaine
Cadres	11 %	42 %	47 %
Prof. intermédaires	19 %	33 %	48 %
Employés/ouvriers	20 %	52 %	28 %
Retraités	51 %	36 %	13 %
Autres inactifs	50 %	40 %	10 %

d'après Dodier, 2013. source : enquête PERIURB

librées et les figures de souffrance — on observe des différences significatives de schémas de mobilité entre les catégories sociales (tableau 1.6). Le niveau de revenu apparait alors comme un bon indicateur de la tendance au repli sur le logement et la cellule familiale (qui tend à augmenter quand le revenu diminue). Les cadres se démarquent ainsi par une forte surréprésentation des métapolitains, avec notamment beaucoup d'hypermobiles (12 % chez les cadres contre 4 % en moyenne) et une part faible des figures de souffrance. Les professions intermédiaires ont un comportement assez similaire à celui des cadres, fortement accès sur les opportunités de l'aire urbaine, mais avec un investissement moindre du village. Le mode de vie des catégories aisées s'appuie donc sur une articulation importante des échelles de mobilité.

Les ouvriers et les employés ont des modes de vie similaires, à majorité équilibrés entre le logement et la ville, avec une part importante de villageois et de navetteurs (pour les employés) ou de périphériques (pour les ouvriers). La localisation préférentielle de l'emploi (au centre pour les employés et en périphérie pour les ouvriers) a donc une influence sur les modes d'habiter. Contrairement à certaines représentations simplistes, les ouvriers et employés ne sont pas massivement atteints par les figures de souffrance : la part est certes supérieure à celle des cadres mais équivalente à celle des professions intermédiaires. Cependant, ils mettent en place des modes de sociabilités populaires, centrés sur le village et le logement, substituant la proximité à l'hypermobilité (Coutard et al., 2002).

Le repli quasi-exclusif sur le logement, marqueur des figures de souffrance, s'explique par un effet d'âge. Il concerne plus de 50 % des retraités. Toutefois, les retraités sont aussi surreprésentés chez les villageois, la fin de la vie active s'accompagnant généralement d'un recentrage de la vie sociale et des pratiques spatiales sur le village périurbain ou ses alentours immédiats. Les autres ca-

tégories d'inactifs sont aussi fortement marquées par les figures de souffrance. Cela peut s'expliquer par l'absence ou des difficultés d'accès à l'automobile (adolescent, membre d'un ménage ne possédant aucune ou qu'une voiture...), et pose donc le problème de la dépendance automobile dans les espaces de faible densité et de sa conséquence malheureuse : la captivité périurbaine.

Le périurbain : un espace du monopole automobile

La place croissante et dominante de l'automobile a une influence sur la répartition spatiale de la population, des activités et des services, en effet l'hypothèse de l'accès automobile prévaut souvent sur les choix de localisation (Orfeuil, 2003). « L'automobilité » (Kaufmann et Guidez, 1998) a engendré une déconnexion importante entre lieux de résidence, de travail et de ressources urbaines. Par ailleurs, une étude de l'Insee (Champsaur, 2001), utilisant l'inventaire communal, met en évidence le recul de nombreux services et particulièrement des services de proximité depuis 40 ans. Ce recul peut être vu comme une conséquence du développement des supermarchés —lieux uniques d'approvisionnement (Coutras, 1987)— mais aussi comme une mise à distance de la population et des services liée à l'affirmation de l'automobile comme norme de mobilité et d'accès aux services (Orfeuil, 2000; Motte, 2006). Ainsi Orfeuil (2004) affirme que « la distance-temps voiture a tendance à se substituer à la distance-temps à pieds, entrainant des évolutions fortes dans le maillage et la localisation des commerces et services ».

Dans les espaces peu denses, l'automobile n'est plus un choix mais une obligation. Surpassant les autres modes par sa vitesse et l'accessibilité qu'elle offre (Genre-Grandpierre, 2007b), elle est l'unique moyen de rapprocher dans l'espace temps les lieux de vie (habitat, travail, loisirs, consommation). Motte-Baumvol (2007) qualifie l'automobile dans ces espaces de « monopole radical », au sens de Illich (1973) : si dans un premier temps l'outil apporte un surplus de facilité d'usage et de bien-être en général, il est devenu contreproductif, aliénant les hommes à la société de consommation de masse au lieu de produire une « société conviviale » [6]. Pour Dupuy (1999), ce monopole radical est à l'origine du phénomène de dépendance automobile. Sans voiture particulière, les populations ne seraient plus en mesure d'exercer leurs activités quotidiennes (travail, achats, loisirs...) ou d'assouvir leurs aspirations. Une frange entière de la population (les jeunes sans permis, les plus pauvres, les plus âgés) se

6. « Une société conviviale est une société qui donne à l'homme la possibilité d'exercer l'action la plus autonome et la plus créative, à l'aide d'outils moins contrôlables par autrui » Illich (1973), cité dans Orange (2009)

retrouve ainsi exclue de certaines pratiques à cause de leur non-accès (ou d'un accès limité) à l'automobilité.

Concernant l'accessibilité à l'emploi, Sandrine Wenglenski (2003) montre, qu'en Ile-de-France, les actifs ouvriers sont doublement victimes de la dépendance automobile et de ses effets spatiaux : d'une part, leur accessibilité aux emplois est moindre que celle des cadres à cause d'un plus faible accès à la voiture ; d'autre part, les lieux d'implantation des ménages et des emplois ouvriers rendent leur accessibilité par les transports collectifs moins performante que celle des emplois de cadres (Beaucire et Drevelle, 2013; Desjardins et Drevelle, 2013). Certaines stratégies doivent alors être mises en œuvre pour compenser les déficits d'accessibilité qu'engendrent les limitations d'accès ou d'utilisation de l'automobile.

Face à la dépendance automobile : adaptation de la mobilité, mobilisation des ressources locales et pratiques de relocalisation

L'attractivité de l'automobile réside dans son aptitude à assurer des déplacements rapides, de porte à porte et à tout moment de la journée (Dupuy, 1991). Cependant si la possession d'une automobile introduit une différence significative en termes de potentiel de mobilité entre les individus motorisés et non motorisés, elle ne garantit pas pour autant la possibilité de tirer parti de l'ensemble ce potentiel. En effet, dans les ménages les plus pauvres, on observe que la faiblesse des revenus peut engendrer une limitation des déplacements automobiles (Hivert et Péan de Ponfilly, 2000; Chevalier, 2001). Cette limitation pose question car, sur-valorisées dans le mode du travail, la mobilité et la flexibilité sont présentées comme des conditions de l'intégration sociale et de l'autonomie individuelle (Lautier, 2000) ; en conséquence, la mobilité est devenue davantage une injonction qu'un droit (Bacqué et Fol, 2007).

Dans les ménages périurbains, on observe trois grands types de stratégies pour répondre aux difficultés d'accès à la mobilité : la mobilisation de ressources personnelles ou de proximité (dépendance locale), l'adaptation des pratiques de déplacement et la relocalisation résidentielle dans des espaces moins exposés à la dépendance automobile.

La dépendance locale

L'étude des pratiques de mobilité des ménages pauvres en périphérie de l'Ile-de-France (Coutard et al., 2002) met en évidence un schéma alternatif à la dépendance automobile : la dépendance locale. Les ménages renoncent alors à l'automobile à cause du poids d'un éventuel budget-voiture jugé prohibitif.

Dans ce contexte, les déplacements sont peu nombreux et s'effectuent dans un rayon faible autour du domicile. Ces déplacement sont surtout contraints et se font au détriment des déplacements de loisir et des liens avec la ville-centre. Pour ces ménages, la restriction des territoires de mobilité peut être compensée par trois facteurs. Premièrement, le recours aux réseaux sociaux (notamment familiaux) situés à proximité du lieu de résidence est un « grand pourvoyeur de services et d'entraides » (Coutard et al., 2002) ; il permet d'éviter des déplacements, notamment pour la garde d'enfant. Il permet aussi d'accéder à l'automobilité comme passager. C'est pourquoi, pour ces ménages, le choix du territoire de résidence (qui doit être au centre d'un système de ressources mobilisables) est très important (Jaillet et al., 2004). Deuxièmement, l'espace local offre certaines ressources (commerces, services publics) qui « viennent alléger les contraintes de la pauvreté » (Coutard et al., 2002). Cette offre locale de services est typique d'un modèle français, malgré une tendance générale inquiétante sur les dernières décennies : fermetures d'hôpitaux, rationalisation des guichets sociaux et des services publics, concentration et redéploiement des commerces. Troisièmement, pour certains déplacements plus lointains, les transports en commun peuvent pallier l'absence de voiture. Ce modèle, qui permet de vivre sans voiture dans le périurbain, n'est possible qu'à deux conditions : que les pauvres aient des possibilités de trouver un logement dans des lieux ayant une certaine accessibilité aux services et aux emplois et que les structures de solidarité se maintiennent.

L'adaptation de l'usage automobile ou la ville sous contraintes

Les recherches de Lionel Rougé (2005, 2007) sur le périurbain lointain de Toulouse mettent en évidence une seconde stratégie d'adaptation aux coûts de mobilité : l'expérimentation de la ville sous contrainte dans un contexte de dépendance automobile. Cette solution semble davantage subie que la dépendance locale dans la mesure où elle résulte d'une négligence des coûts d'utilisation de l'automobile au moment de l'accession à la propriété (Baudelle et al., 2004). De plus, ces ménages, qui n'ont pas d'attache familiale dans la région, n'ont pas réellement choisi leur localisation périurbaine : en fonction de leur contraintes financières, ils se sont fait proposer une localisation par le prometteur (Rougé, 2007). Ne pouvant compter sur les relations sociales de proximité pour pallier la non motorisation, l'utilisation de la voiture n'apparait plus comme un choix mais comme le résultat de contraintes fortes : la perte de la voiture pouvant signifier la perte de l'emploi (Coutard et al., 2002). Par ailleurs, la possession d'une voiture n'est pas synonyme pour autant d'une

mobilité intense. Chez les pauvres, son utilisation peut se réduire au minimum indispensable (Cullinane et Gordon, 1998). Ces ménages mettent alors en placent des stratégies pour limiter le coût de l'usage de l'automobile : établissement de règles du type « 5 litres d'essence par mois » (Chevalier, 2001) ; gestion tactique du premier véhicule pour palier à l'absence d'un second (accompagnement...) ; stratégies de choix d'itinéraires sans péage ; limitation des mobilités de loisir et repli sur le domicile, rationalisation des mobilités commerciales (par exemple, n'aller faire les courses qu'une fois tous les 15 jours) ; limitation de l'entretien du véhicule ; réduction d'autres postes de dépense (nourriture, culture, logement...).

La relocalisation résidentielle

La dernière stratégie des ménages non-motorisés face aux difficultés de mobilité est de « fuir » les espaces où la dépendance automobile est trop importante. Les travaux de B. Motte-Baumvol (2007) montrent ainsi que les ménages non motorisés de grande couronne parisienne sont plus nombreux à quitter les communes n'offrant aucun équipement pour s'installer dans les communes de grande couronne proposant plus de services. Cette relocalisation peut aussi prendre la forme d'un retour vers la ville-centre ou la petite couronne (mieux dotées en ressources de proximité). Cette relocalisation peut être provoquée suite à la disparition d'un service public ou collectif, comme un service d'autocar (Coutard et al., 2002) ; elles peuvent aussi relever de la sphère professionnelle (des mutations), de la sphère familiale (une séparation) et ou de considérations financières (les reventes, le surendettement) (Bonnin et Rougé, 2008; Rougé, 2009).

Différentes sur la forme (dépendance au local ou à l'automobile — donc au plus lointain —, attachement ou déménagement...), les différentes stratégies des périurbains pauvres ou non motorisés semblent tendre vers un même objectif : maintenir un certain niveau d'accessibilité aux ressources urbaines et sociales. En effet, la ville créée par l'automobile ne « fait ville » que si la capacité de mobilité des ménages permet d'accéder aux différentes ressources dispersées sur le territoire.

1.3 Conclusion : la périurbanisation pose t-elle un problème pour la mobilité ?

Le phénomène périurbain, dans sa double composante d'éparpillement des ilots d'habitat et de déconcentration de l'emploi met en évidence une logique de déconnexion entre les lieux d'habitat et de travail, d'inégalité de répartition des ressources urbaines. En effet, la forte croissance démographique et l'importante extension spatiale des couronnes périurbaines ne s'accompagnent pas d'un développement de massif l'emploi, qui reste encore majoritairement concentré dans les agglomérations. De manière générale, l'éloignement par rapport au centre est choisi : il est la condition nécessaire à la réalisation du « rêve » d'acquérir un logement individuel. Le recours intense à l'automobile permet alors de garantir une bonne accessibilité aux ressources urbaines, malgré les plus grandes distances à parcourir. Les espaces périurbains (associant pavillon et automobile) sont ainsi le symbole de la « ville émergente », territoire où on pratique la « ville au choix », où automobilité semble rimer avec liberté.

Le quasi-monopole de l'automobile (même pour les déplacements de faible portée) et les distances parcourues accrues (issues de la compensation des faibles densités par la vitesse) font des couronnes périurbaines les espaces où les émissions de CO_2 par habitant pour les déplacements sont les plus importantes. Cependant, les masses de population concernées (plus faibles dans le périurbain que dans l'agglomération) font, qu'au total, ce sont les banlieues qui émettent le plus de CO_2. De plus, l'émergence récente de pôles d'emplois périurbains permet de raccourcir les navettes domicile–travail (par rapport aux actifs périurbains travaillant dans le centre-ville) et aussi d'échapper à la congestion de l'agglomération.

Le périurbain semblent devenir plus mature, plus indépendant de la ville-centre, autorisant l'émergence de systèmes de proximité, même si cette proximité est une proximité automobile. Cette forte dépendance à l'automobile peut poser problème. Si les capacités d'automobilité des ménages diminuent (suite à un accident de la vie ou à une sous-évaluation des coûts de l'usage de la voiture par exemple), la dispersion de la ville peut faire office de barrière géographique et avoir une influence sur le niveau de vie ou l'employabilité des habitants. Ainsi, à côté des modes d'habiter le périurbain associés à une mobilisation des ressources de l'aire urbaine, on observe des modes d'habiter qui renvoient à des figures de souffrance (repli sur le domicile, faiblesse des relations sociales...). Pour les ménages non-motorisés (ou motorisés mais pauvres), la survie périurbaine ne peut être garantie que par la proximité, l'entraide ou les

transports publics.

Tant que l'accès à l'automobile est aisé, l'implantation périurbaine pose peu de problèmes de mobilité. Le problème de la mobilité dans le périurbain réside donc dans la capacité de ces espaces à maintenir un certain niveau d'accessibilité aux ressources urbaines, indépendamment du système automobile. Il ne s'agit pas de remettre en question l'automobile, ce qui reviendrait à remettre en question l'existence du périurbain (une question qui dépasse largement le cadre de notre recherche). Il s'agit, en étudiant les conditions de desserte (actuelles et souhaitables) des espaces de faible densité par les transports en commun, de questionner la faisabilité d'une « assurance ville » pour les périurbains ; c'est-à-dire d'un moyen de préserver l'accès à la ville en cas d'imprévus temporaires (pannes) ou de situations précaires plus durables.

Chapitre 2

Desservir le périurbain aujourd'hui

Après plusieurs décennies de périurbanisation, la desserte des faibles densités et des espaces périurbains par les transports collectifs est un sujet qui interroge, inquiète parfois, les politiques et les chercheurs. Les surcoûts présumés ou réels de l'étalement urbain s'observent concrètement dans le domaine des transports : recouvrement des dépenses d'expoitation par les recettes en diminution, choix cornélien entre un réseau assurant une large desserte spatiale ou une forte intensité de service sur certains axes structurants. Les enjeux de l'accessibilité dans le périurbain par les transports collectifs doivent donc être affirmés.

Outre les questions de coûts et d'enjeux des transports publics dans les territoires de faible densité, la desserte des espaces périurbains est confrontée à une certaine imperméabilité des périmètres institutionnels de gestion des transports. Malgré l'émergence de bonnes pratiques (par exemple les syndicats mixtes SRU), la qualité de l'articulation entre les échelles de réseaux pose question. À ces enjeux spatiaux s'ajoutent ceux de la coordination inter-sectorielle entre politiques d'urbanisme et de transport. La mise en place de politiques mieux intégrées dans les espaces urbains et périphériques pourrait en effet faciliter le développement de transports plus attractifs dans les espaces de faible densité.

2.1 Coût de l'étalement et enjeux de desserte du périurbain

2.1.1 Les surcoûts des faibles densités

Les dynamiques de desserrement urbain et d'émergence de territoires urbains de faible densité alimentent les débats sur le lien entre compacité urbaine et ville dite « durable » (Burton et al., 1996) ; elles constituent aussi un défi important pour les collectivités (ou les organismes gestionnaires de réseaux) des territoires confrontés soit à une forte périurbanisation, soit à une désurbanisation. Sylvy Jaglin (2010) [1] ou Mélanie Calvet (2010) proposent une revue de la littérature sur le lien entre étalement urbain et coûts de l'urbanisation, que nous reprenons ici brièvement.

L'étalement urbain induit des surcoûts par rapport à l'urbain dense

En s'appuyant sur plusieurs études « emblématiques », les différentes revues de la littérature mettent en évidence une position partagée par de nombreux chercheurs et institutionnels — même si elle est loin de faire l'unanimité (Wiel, 2006) — à savoir que la périurbanisation engenre des surcoûts.

L'étude de Burchell et al. (2002), vise à évaluer sur les coûts projetés de l'urbanisation aux États-Unis sur une période de 25 années selon deux scénarios contrastés : maitrise de l'urbanisation ou urbanisation incontrôlée. En intégrant différents domaines de coûts (foncier, promotion immobilière, réseaux d'eau et d'assainissement, routes, services publics), la recherche conclut qu'une urbanisation incontrôlée coûterait 227 milliards de dollars supplémentaires au pays. Une étude suisse (ODT, 2000), étudiant cinq types d'urbanisation (du plus dense au moins dense) et quatre types de localisation (de l'urbain au rural), met en évidence que quelque soit la localisation, les espaces bâtis les moins denses ont des coûts d'infrastructures par habitant plus élevés, en particulier pour les réseaux routiers [2]. Plusieurs travaux belges apportent aussi des éléments intéressants sur le sujet. L'étude de Bruck et al. (2000) confirment l'existence de surcoûts de l'étalement urbain en identifiant trois facteurs importants : la faible densité, la dispersion, la non prise en compte de certaines

1. Dans l'introduction du dossier de la revue *Flux* « étalement urbain, faibles densités et coûts de développement ».

2. L'étude prend en compte les coûts d'infrastructures (investissement et dépenses courantes d'entretien et d'exploitation) pour les réseaux d'eau potable, d'eaux usées, d'électricité et de routes.

contraintes physiques dans les développements périurbains. Halleux et Lambotte (1999) s'intéressent notamment aux surcoûts des faibles densités pour les services publics nécessitant une desserte par des agents. Des surcoûts pour la collecte d'ordures apparaissent en dessous du seuil de 200 hab./km^2 ; pour la distribution du courrier, si des surcoûts existent, ils restent peu importants ; pour les transports collectifs, la productivité est affectée par la dédensification et la dispersion — associée à une part modale plus faible dans les espaces périurbains.

De manière générale, la densité serait pourvoyeuse d'économies d'échelles, notamment pour la construction d'infrastructures (moins de linéaire de réseau à créer par habitant). Ces résultats se heurtent cependant à des difficultés méthodologiques, notamment en ce qui concerne l'accès à l'ensemble des données de coûts, leur nature ou leur classification (Guelton et Navarre, 2010). Ainsi, certains auteurs remettent en question les surcoûts de l'étalement et cherchent au contraire à montrer les surcoûts de la densité.

Fortes densités et *déséconomies* d'échelle

Les principaux surcoûts de la densité — ou du moins ceux qui ne sont pas contestés — concernent les coûts de construction. Des nombreuses études mettent en évidences que les coûts de construction au mètre carré de l'habitat individuel sont toujours inférieurs aux coûts de construction du logement collectif (Morlet, 2001; Castel, 2007). Ainsi, à partir d'un coefficient d'occupation du sol (Cos) de 1,2, le seul coût de construction du mètre carré habitable dans un immeuble collectif dépasse le coût total (construction et charge foncière) d'un mètre carré en pavillon individuel (Piron, 2007).

S'intéressant au coût de l'urbanisation pour les acteurs publics, les recherches de Guengant (1989, 1992) concluent que les dépenses publiques ne diminuent pas avec la densité. Les dépenses marginales de production et d'utilisation des services publics locaux tendraient même à s'accroitre avec l'accroissement du nombre de logements (Guengant, 2005). Accueillir un nouvel habitant coûterait ainsi environ 50 % plus cher dans une ville de 200 000 habitants que dans une localité de 500 habitants.

Castel (2005b) identifie certains surcoûts spécificiques de la densité :

- Coûts d'obsolescence et de maintenance : usure plus rapide qui nécessite des équipement plus résistants et un entretien plus fréquent,
- Coûts de gestion de la congestion : temps perdu, réalisation d'ouvrages (parking sous terrain, tranche supplémentaire de station de traitement des eaux usées...), création ou remplacement de réseaux plus coûteux en

raison de la forte densité de réseaux alentour, coûts liées à la complexité du milieu et aux normes...

Dans sa comparaison entre vitesse et densité, (Wiel, 2006) remet en cause les avantages matériels de la densité. Cependant, en listant les inconvénients de la vitesse — qui est la condition nécessaire de la ville diffuse — l'auteur pointe du doigt « le gouffre financier qui se creuse dans la gestion des transports collectifs qui courent après les performances de l'automobile sans pouvoir vraiment les rattraper ». Au delà du débat scientifique sur la forme urbaine et les coûts de l'urbanisation, la question du lien entre le coût d'un service public particulier (le transport de personnes) et la dédensification des villes se pose. Si la congestion des espaces denses pénalise l'efficacité des transports collectifs (rendant parfois nécessaires des investissements lourds de type TCSP), l'étalement urbain impose, pour permettre une bonne couverture du territoire, soit des coûts d'exploitation peu supportables pour la collectivité, soit une offre de transport peu intense et donc peu attractive.

2.1.2 Desservir les faibles densités par le transport collectif, à quel prix ?

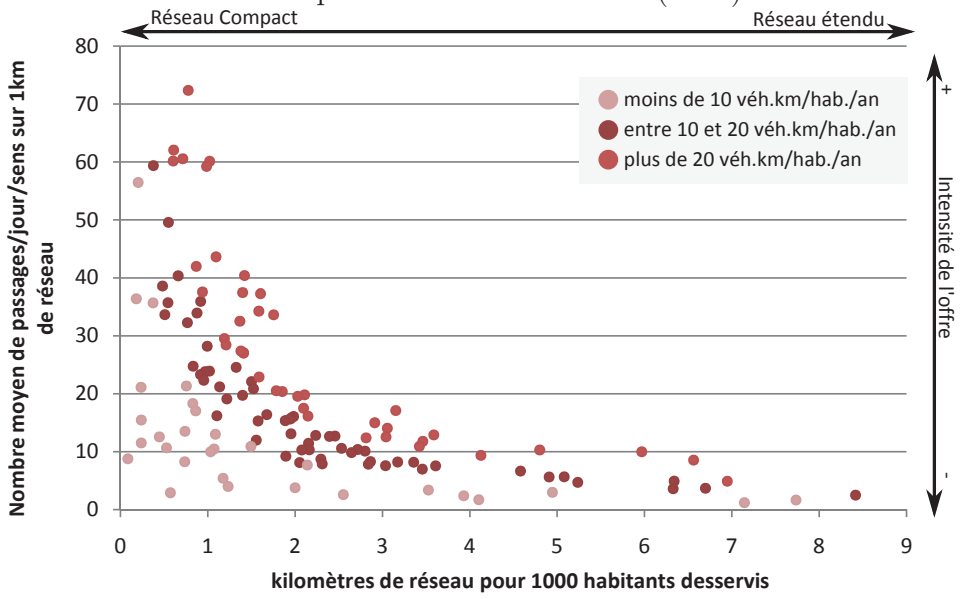
La desserte des espaces de faible densité par les transports collectifs est une véritable problématique pour les autorités organisatrices dans la mesure où les lignes circulant dans les espaces peu denses ont une efficacité faible et, par conséquent, un coût par voyageur élevé. Toutefois, la volonté de rationaliser les réseaux, par l'organisation de correspondances ou la modification des tracés des lignes, n'est pas neutre sur la perception du voyageur et peut avoir un effet négatif sur l'attractivité des services.

Faibles densités et efficacité des transports collectifs

Les récentes dynamiques urbaines, ou du moins la forme des villes, ont une influence certaine sur l'efficacité des réseaux de transports collectifs. Emangard (1991), dans son travail de doctorat, met en évidence plusieurs facteurs explicatifs de l'efficacité des transports collectifs urbains dans les villes de province. La taille de l'agglomération et sa force de polarisation, favorisant la concentration des activités et la congestion automobile, est un facteur clef de l'efficacité des réseaux de transport. Faivre D'Arcier (2010), dans sa recherche sur la situation financière de transports publics urbains, met d'ailleurs en évidence une situation moins dégradée dans les grandes agglomérations françaises.

La densité de population joue aussi un rôle important, elle permet, en

FIGURE 2.1 – Intensité de l'offre par rapport au degré d'extension de la desserte dans les réseaux urbains de plus de 50 000 habitants (2010)

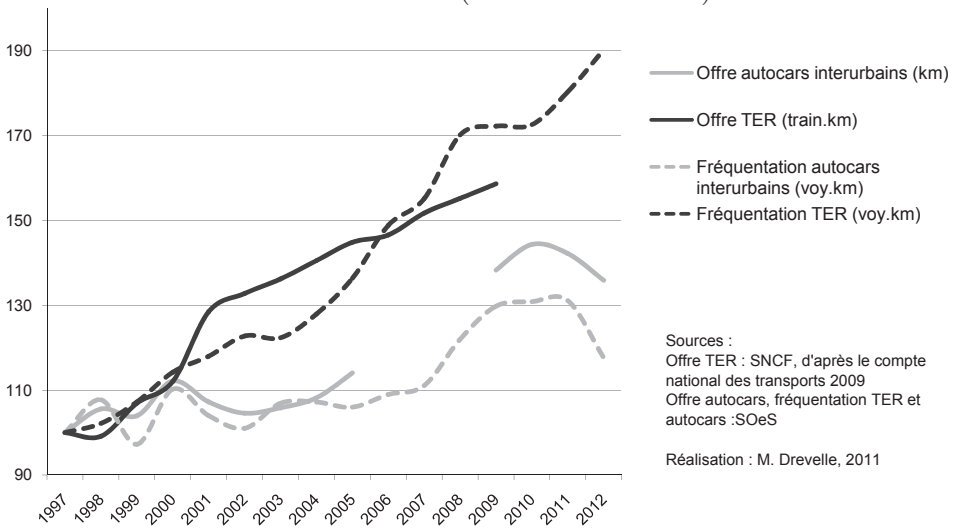


De manière générale, plus une desserte est extensive, plus l'intensité de l'offre est faible. Pour une même structure de réseau, la variation de l'intensité de l'offre s'explique par les différences d'effort des agglomérations (couleur des points différentes) : certaines produisent plus de 20 veh/km par habitants et par an, d'autres moins de 10.
Réalisation : Drevelle, 2014. Source : Certu TCU 1.5, 2010 (les résultats en ordonnées sont calculés à partir de données annuelles en appliquant un coefficient de passage jour/an de 300).

augmentant le potentiel de voyageurs sur un linéaire donné, d'intensifier l'offre de transport sans dégrader le taux de remplissage. Or, l'intensité de l'offre a un impact fort, ou du moins est fortement corrélée, à la fréquentation des lignes (Faivre D'Arcier, 2012). Newman et Kenworthy (1999), dans une actualisation de leur travail de 1989, montrent d'ailleurs que plus les densités sont fortes, plus le taux de couverture des dépenses de fonctionnement des transports en commun est élevé. A l'inverse une desserte extensive en transports collectifs (qui nécessite donc un linéaire important de ligne par habitant) ne peut se faire qu'au prix d'une dégradation de l'intensité de services (Emangard, 1991) et donc de l'attractivité et de la situation financière du réseau. Une actualisation de cette affirmation pour l'année 2010 (figure 2.1), interroge sur la capacité à maintenir soit l'intensité de l'offre, soit un relatif équilibre financier, compte tenu de l'important élargissement des Périmètres de transports urbains (PTU) ces dernières décennies (Gallez, 2007).

A l'extérieur des PTU, les transports collectifs de voyageurs relèvent du

FIGURE 2.2 – Évolution de l'offre et de la fréquentation des autocars interurbains et des TER entre 1997 et 2012 (base 100 en 1997)



TER (transport express régional) ou des autocars interurbains départementaux. Conséquence directe d'une structure territoriale moins dense, l'intensité de l'offre interurbaine de transports collectifs y est moins importante que dans l'urbain. Cependant, depuis la fin des années 1990, on observe une évolution importante de l'offre interurbaine (figure 2.2), notamment pour le TER. Entre 1997 et 2009, le nombre de trains.kilomètres augmente de près de 60 %, l'intensité de l'offre passe alors d'environ 7,7 passages de train par jour par sens [3] à 12,5 (SEEIDD, 2010). En ce qui concerne le transport routier interurbain départemental, la tradition de transport scolaire de ce mode, avec des lignes réservées aux scolaires ou aux horaires mal adaptés pour les actifs (un ou deux allers-retours quotidiens aux heures de début et fin de classe), en a fait pendant longtemps le parent pauvre du transport collectif de voyageurs. Cependant, les efforts en matière d'offre depuis la fin des années 2000 montrent la prise de conscience par certains départements de l'importance de leur compétence transport.

Le lien entre l'intensité de l'offre et la fréquentation des réseaux semble aussi avéré pour le transport interurbain, en effet, sur la figure 2.2, les courbes de la fréquentation suivent les mêmes tendance que les courbes d'offre. Toutefois cette hausse de la fréquentation ne suffit pas à couvrir les charges d'exploitation et pose la question du financement de l'amélioration des transports collectifs.

3. Selon la même méthode qu'à la figure 2.1.

Des transports qui coûtent cher

En France, les transports collectifs ont trois principales sources de financement : les recettes d'exploitation (ventre de billets, abonnements...), les subventions des collectivités et, créé en 1971 et généralisé en 1973, le versement transport (VT). Le versement transport est l'une des réponses destinées à faire face à la crise du transport collectif urbain dans les années 1960, Sa création est fondée sur une quadruple justification économique et sociale (Krattinger, 2012) :

- la volonté de ne pas faire payer la totalité du service à l'usager ;
- la difficulté de procéder à une fiscalisation du financement des transports urbains (le système de centimes additionnels et de patente qui finançaient alors le transport urbain collectif était inadapté) ;
- la volonté de faire participer les employeurs publics et privés au titre des bénéfices indirects générés par l'existence d'un réseau de transports urbains ;
- le développement et l'amélioration des transports collectifs en finançant, avec cette nouvelle ressource, les investissements nécessaires.

Il résulte de ce système de financement un coût privé (coût direct pour l'usager) du transport public très avantageux par rapport à l'automobile, tandis que les coûts publics (par voyageurs.kilomètres) sont plus importants (Orfeuil, 2006). Le ratio des recettes commerciales sur les charges d'exploitation (R/D) est donc faible dans les réseaux français et en constante diminution depuis les années 1970 (Faivre D'Arcier, 2012).

L'importance des charges d'exploitation — qui évoluent plus rapidement que la population de l'agglomération (Chausse et Bouf, 1994), l'offre, la fréquentation ou les recettes commerciales (Faivre D'Arcier, 2008) — inquiète sur la capacité des collectivités à financer les transports publics dans un avenir proche. Entre 2002 et 2007, le poids du versement transport dans le financement des transports collectifs urbains est en baisse de 4 points (passant de 39 % à 35 %) et celui des usagers de 3 points (passant de 18 % à 15 %), contribuant ainsi à une forte hausse de la part supportée par les collectivités (incluant notamment un plus fort recourt à l'emprunt pour financer les projets) (Faivre D'Arcier, 2010). Cette situation fait craindre une « une crise de financement » du transport public urbain (Faivre D'Arcier et Brun, 2012). Les collectivités essaient de jouer sur l'assiette et le taux du VT pour amortir cette hausse de coût du transport mais ces leviers de croissance des recettes sont aujourd'hui « en crise » (Krattinger, 2012). En 2008, 73 % des autorités organisatrices de transport urbain (AOTU) appliquent le VT au taux plafond et n'ont donc plus

de marge de manœuvre[4] (Crépin, 2010). Quant à l'accroissement de l'assiette par extension des PTU, il ne permet pas « d'engranger les gains financiers espérés en termes de VT. En effet, l'agrandissement d'un PTU conduit à une dé-densification de l'habitat et du tissu économique, qui nécessite l'allongement des réseaux de transports urbains sur les franges périurbaines des PTU, ce qui s'avère coûteux pour les AOTU » (Krattinger, 2012).

Krattinger (2012), dans son rapport au Sénat, pointe aussi que si « les AOTU bénéficient, depuis 1971, d'une ressource fiscale spécifiquement dédiée au financement des transports publics urbains : le versement transport (VT). En revanche, les départements et les régions ne bénéficient pas d'une ressource équivalente et le financement des transports interurbains s'opère principalement par le biais de subventions du budget de la collectivité territoriale à l'autorité organisatrice de transport ». Or ces dépenses d'exploitation des transports pèsent lourd dans le bugdet de fonctionnement des collectivités : elles représentent 6,7 % des dépenses de fonctionnement des départements, soit 2,7 milliards d'euros en 2004 (DGCL, 2004) et 19 % des dépenses de fonctionnement des région, soit 2,1 milliards d'euros en 2007 (Krattinger, 2012).

Pour assurer le fonctionnement et le financement du transport public, deux logiques sont possibles. La première consiste à trouver de nouvelles ressources, notamment pour les transports interurbains : taxation des plus-values de cessions dans le cadre de projet TCSP, versement transport additionnel (Krattinger, 2012). La seconde vise à réduire le coût public des transports collectifs : augmentation des tarifs[5], rationalisation de l'offre en concentrant les moyens sur les lignes à fort potentiel (Faivre D'Arcier et Brun, 2012).

Hiérarchisation des réseaux et pénibilité des correspondances

La volonté de rationaliser l'offre de transports publics, notamment en organisant le réseau en rabattement vers des axes *lourds*, n'est pas neutre pour le voyageur. Elle implique souvent l'obligation de correspondances supplémentaires pour réaliser un trajet, correspondances qui sont à opposer au trajet direct et porte-à-porte réalisé en véhicule particulier (Li, 2003). Dès les années 1980, les avantages d'un réseau hiérarchisé (avec rabattement) par rapport à un réseau direct sont questionnés :

4. Seules 38 agglomérations moyennes, dont la population est comprise entre 100 000 et 200 000 habitants, disposent encore d'une possibilité d'augmenter leur taux de VT jusqu'au taux plafond, à travers la réalisation d'un projet de TCSP, qui leur permet d'augmenter leur taux de VT de 1 % à 1,8 % (Crépin, 2010).

5. Une stratégie inverse est mise en place par de nombreux département via la mise en place de la tarification unique (Rovira et al., 2007).

> « *No general results are available to indicate under what conditions a "line-haul" with feeder sstem is preferable to a more directly-routed system.* » (TRRP, 1980)

Wardman et Hine (2000) ont réalisé un état de l'art assez complet sur le *coût* de la correspondance pour l'usager, que nous reprenons brièvement ici [6]. S'appuyant sur plusieurs enquêtes, les auteurs identifient plusieurs catégories de freins à la réalisation de correspondance : frein physique, temps, coût financier, manque d'information, qualité des échanges (Colin Buchanan & Partners, 1996). La correspondance serait ainsi moins bien vécue, ou demanderait un effort, un coût plus important lorsque :

- la correspondance ne se situe pas sur le même quai (Oscar Faber, 1996) ;
- le passager est chargé (Jones, 1993), agé (Wardman, 1983), accompagné d'enfants (MVA, 1985), motorisé (Wardman, 1998) ;
- le temps d'attente est long, par exemple en heure creuse par rapport à la pointe (Wardman, 1998), ou incertain ;
- l'achat d'un nouveau ticket est nécessaire (Runkel, 1994) ;
- le lieux de correspondance est inhospitalier ou propose peu de services (Gothenburg, 1991; Oscar Faber, 1996; SYPTE, 1996) ;
- le passager craint de rater sa correspondance (MVA, 1985; Runkel, 1994) ou de ne pas avoir de place assise dans le nouveau véhicule (Wardman, 1983).

Outre la pénalité induite par l'action de faire une correspondance, le temps passé à marcher ou à attendre sa correspondance serait perçu comme deux fois plus long que celui passé à bord du véhicule (London Transport, 1988, 1995). Les travaux de Litman (2008) confirment ce constat en affirmant que ce temps de correspondance est perçu comme deux à cinq fois plus long que le temps à bord. Un usager préférerait donc un trajet direct de 40 minutes plutôt qu'un trajet de 30 minutes avec correspondance. Face à l'essor de réseaux « discontinus », l'engouement autour des pôles d'échanges ne serait donc « qu'une sorte de pis-aller ou de compensation pour les voyageurs qui n'ont guère d'autres choix que de subir, à des degrés divers, les correspondances » (Dobruszkes et al., 2011). Les pénalités de correspondance — renforcées par des organisation de réseau certes optimales du point de vue de l'exploitation technique mais génératrice de complexité et de perte de temps pour l'usager — pénalisent donc l'accessibilité aux ressources par les transports collectifs par rapport à l'automobile.

6. Cette revue de la littérature s'appuie également sur celle réalisée par Dobruszkes et al. (2011) qui, bien qu'utilisant largement les travaux de Wardman et Hine (2000), ajoute un certain nombre de références importantes.

Quelques déterminants du choix modal

La structure du réseau (tracé des lignes, ruptures de charge) peut constituer un obstacle à l'utilisation des transports en commun par rapport à l'automobile (pour les usagers non captifs). Wardman et Hine (2000) déduisent en effet de leur revue de la littérature que « *more seamless journeys is regarded by many as essential for effective competition with the private car* ». Les travaux de Kaufmann (2002) [7], faisant suite à d'anciennes études de O'Farrel et Markham (1979) et Bailly (1979) sur la perception des usagers, montrent que « les temps de déplacement en automobile sont fortement sous-évalués, tandis que ceux en transports public sont, au contraire, surévalués dans des proportions appréciables ».

La surestimation du temps de déplacement dans les transports en commun est d'autant plus importante que le nombre de ruptures de charge est élevé ; à l'inverse, si le trajet en transport public est direct, les enquêtés ont tendance à davantage sous-évaluer le temps de déplacement. Kaufmann (2002) montre l'importance de la prise en compte de ces temps perçus. Si la part modale du transport public augmente lorsque ce dernier est *effectivement* aussi ou plus rapide que l'automobile, son attractivité est fortement renforcée si la durée *perçue* de déplacement est à l'avantage des transports en commun. Les correspondances mais aussi les tracés parfois sinueux des lignes de transport en commun — qui s'écartent fortement du trajet routier usuel et affecte la vitesse commerciale des lignes (Zembri, 2012) — jouent sur le temps perçu de déplacement et influent donc sur le choix modal.

La disponibilité d'une place de stationnement à destination est aussi un facteur décisif dans le choix modal de la voiture particulière (Kaufmann, 2002). L'offre de stationnement, en complément du réseau routier, est en effet indispensable pour garantir l'accessibilité *quasi-universelle* et de la continuité de déplacement offertes par le système automobile. A l'inverse, les transports en commun, par définition, proposent une accessibilité plus limitée — dans l'espace (dépendant de la couverture du réseau) et le temps (en lien avec les horaires) — et des discontinuités dans le parcours. Travailler à la réduction des discontinuités du transport collectif et à l'amélioration de l'accessibilité aux ressources semble donc un axe de travail pertinent pour améliorer l'attractivité des transports en commun. En effet, « ce n'est qu'en comparant [l'offre en transports collectifs] avec l'accessibilité fournie par automobile, principale concurrente du bus, que l'on parvient à mieux comprendre, sur un ensemble de trajets donnés, les ressorts du choix modal » (Genre-Grandpierre, 2007b).

7. Cités dans Dobruszkes et al. (2011).

L'idéal du transport collectif serait donc de tendre vers une situation idéale, décrite par Stokes et Parkhurst (1996) ; une situation où l'utilisation des transports publics s'effectuerait avec une fluidité comparable à celle de l'utilisation de l'automobile :

> « *[It] Would allow a person to set off on a journey by public transport without having looked at a timetable or route map, with the confidence that a motorist can.* » (Stokes et Parkhurst, 1996)

2.1.3 De l'enjeu d'une bonne accessibilité en transport collectif dans le périurbain

L'objectif des transports publics est de créer des liens entre des individus et entre des individus et des ressources. Ils sont le garant de l'accessibilité aux aménités urbaines pour les citoyens non motorisés et une assurance-ville pour les citoyens motorisés. Face aux enjeux financiers de la rationalisation des réseaux, il apparait important de rappeler les enjeux d'une bonne accessibilité par les transports publics pour tous.

L'accessibilité comme réponse à la déconnexion entre lieux de résidence et lieux d'activité

Les dynamiques de périurbanisation — et leurs conséquences socio-spatiales, mises en évidence dans le chapitre I — induisent une déconnexion entre les lieux d'habitat et de travail, ce qui produit des inégalités de répartition des ressources urbaines. Cette déconnexion ferait office de barrière géographique et pourrait avoir une influence sur le niveau de vie ou l'employabilité des habitants. Ainsi, dès 1970 aux États-Unis, Meyer et Kain attiraient l'attention sur le possible lien entre un système de transport inadapté et la pauvreté (Kain, 1968; Kain et Meyer, 1970). Les théories du *spatial mismatch* vont alors mettre en relation les difficultés de certains territoires avec, sans forcément le citer explicitement, un déficit d'accessibilité. Wilson (1987) pointe le problème de la dépendance automobile, des coûts supplémentaires (en temps et en argent) et de la difficulté des trajets domicile-travail longs. Margareth Pugh (1998) isole quatre facteurs dont dépend l'intensité du *spatial mismatch* : la taille de l'agglomération, la ségrégation, l'éclatement du marché du travail et l'efficacité du réseau de transports en commun.

L'accessibilité apparaît comme un composant de la justice sociale. Selon Farrington (2007), l'accessibilité est une pré-condition à l'intégration sociale,

qui est elle-même une pré-condition à la justice sociale. La mesure de l'accessibilité aux ressources urbaines est ainsi souvent utilisée comme un indicateur de performance territoriale (Cervero et al., 1995; Levinson, 1998; Wachs et Kumagai, 1973). L'étude des inégalités d'accessibilité des territoires urbains et périurbains permettrait alors de comprendre leur degré d'intégration métropolitaine.

Accéder, une compétence socio-culturelle ?

La notion d'accessibilité renvoie à celle d'univers des possibles, c'est-à-dire qu'elle définit une mobilité potentielle, qu'elle donne une indication sur l'ensemble des destinations que l'on peut atteindre, moyennant un investissement donné : monétaire, temporel, mais aussi corporel, cognitif et culturel (Beaucire, 2005, 2011). L'accessibilité n'est donc pas qu'une notion spatiale, elle dépend aussi des caractéristiques socio-culturelles des individus. Les travaux récents de Fol et Gallez (2012) soulignent le caractère multidimensionnel et la diversité des usages de cette notion pour aborder la question des inégalités d'accès à la ville.

Si l'accessibilité physique est un point important, les effets de la distance temporelle ou spatiale semblent renforcés par le différentiel de niveau d'étude ou de qualification : on parle alors de *skill mismatch*. La transformation de l'économie créerait un écart croissant entre les compétences requises pour travailler dans les nouveaux secteurs de l'économie et les compétences acquises par les habitants des quartiers désavantagés (Kasarda et Ting, 1996). Il convient donc d'éviter les confusions entre accessibilité physique et mobilité : avoir accès spatialement à un potentiel important de ressources ne signifie pas que l'on a la capacité ou le besoin de les utiliser. Les travaux sur la motilité (Kaufmann, 2005) montrent que le passage du potentiel au déplacement dépend de la manière dont l'individu ou le groupe « fait sien le champ du possible de mobilité et en fait usage » pour développer des projets. C'est pourquoi l'écart peut être important entre l'accessibilité théorique et la connaissance des ressources auxquelles on a accès, ce qui met en évidence le rôle des réseaux sociaux et du capital culturel.

Ainsi, les groupes dominants profitent de réseaux sociaux qui ne sont pas basés sur la proximité spatiale et disposent de grilles de lectures de l'espace facilement transposables dans différents lieux, ce qui leur confère une faculté plus grande à se déplacer (Rémy et Voyé, 1992; Fol, 2010). À l'inverse, les groupes moins favorisés ont des relations sociales davantage basées sur la proximité, sur le quartier(Coutard et al., 2002; Bacqué et Fol, 2007) et par conséquent dé-

connectées et isolées des centres de développement économique (Wilson, 1987, 1997). En Île-de-France, cette faiblesse des réseaux sociaux aurait un impact tout aussi important que la déconnexion physique et la ségrégation sur les difficultés d'accès aux ressources urbaines (Gobillon et Selod, 2007).

L'accessibilité par les transports collectifs, un enjeu social

La combinaison d'effets spatiaux et sociaux ont des conséquences fortes en termes d'accessibilité et d'accès à l'emploi. Wenglenski et Orfeuil (2004)[8] montrent que « l'accessibilité au marché de l'emploi d'Île-de-France (définie comme la part de l'emploi de la catégorie accessible en un temps donné) est plus faible pour les ouvriers que pour les cadres ». Cela s'explique à la fois par la moins grande concentration de l'emploi ouvrier (enjeu spatial) et par un accès plus faible à l'automobile dans cette catégorie socioprofessionnelle et donc une plus forte dépendance aux transports collectifs (enjeu social). La question de l'efficacité du réseau de transport public alors est primordiale : ce n'est pas tant la distance entre l'habitat et l'emploi qui pose problème mais l'absence de moyens efficaces pour parcourir ces distances (Wilson, 1987; Pugh, 1998) ou le coût du trajet (Brueckner et Zenou, 2003; Coulson et al., 2001). L'analyse des déterminants sociaux de l'accessibilité à l'emploi — et donc du lien entre ségrégation résidentielle et faible accessibilité aux ressources urbaines — a fait l'objet de nombreux travaux, autant pour la région parisienne (Duguet et al., 2009; Korsu et Wenglenski, 2010) que pour les grandes villes françaises ou européennes (Gaschet et Gaussier, 2004; Dujardin et al., 2008).

D'autres travaux ajoutent à ces dimensions la prise en compte de la compétition sur le marché du travail : même si un travailleur jouit d'une bonne accessibilité physique, est mobile et possède une qualification recherchée sur le marché du travail, son accessibilité réelle aux emplois peut être limitée si sa localisation géographique par rapport aux emplois le met en compétition avec un très grand nombre d'autres travailleurs possédant les mêmes caractéristiques (Bunel et Tovar, 2012). L'accessibilité serait alors un meilleur rempart contre le chômage dans les franges urbaines et les espaces ruraux que dans les grands centres urbains (Détang-Dessendre et Gaigné, 2009) ; se pose alors la question de permettre cette bonne accessibilité aux habitants des périphéries qui n'ont pas accès à l'automobilité. Dans cette optique, de récents travaux ont mis en évidence l'intérêt de la création de lignes de transports collectifs de rocade autour des grandes agglomérations (en l'occurrence l'agglomération parisienne). Pour les habitants de grande couronne, les lignes de rocade offrent

8. Cités dans Mignot (2004).

une accessibilité complémentaire, davantage que concurrentielle, à l'automobile (Drevelle et al., 2010, 2011). En proche périphérie, ces lignes permettent de réduire fortement les inégalités d'accessibilité entre les territoires (Beaucire et Drevelle, 2013) ainsi qu'entre les catégories socio-professionnelles (Desjardins et Drevelle, 2013, 2014).

L'articulation entre réseaux de transports collectifs et territoires, garante de l'accessibilité pour tous, constitue une « assurance-ville » pour les ménages non motorisés, mais aussi pour les ménages motorisés qui peuvent être amenés à perdre — momentanément ou non — l'usage de leur véhicule (panne, accident de la vie...). Cette accessibilité par les transports collectifs est cependant complexe à mettre en place en périphérie des agglomérations. En effet, à la complexité matérielle et financière de desserte d'espaces de faible densité, s'ajoute une complexité institutionnelle liée à la multiplicité des périmètres administratifs d'organisation des transports.

2.2 La desserte des espaces peu denses confrontée aux périmètres administratifs

La complexité des mobilités dans la ville périurbanisée pose de manière claire la question du périmètre *pertinent* d'organisation des solutions de transport alternatives à l'automobile. La répartition des compétences en matière de transports collectifs entre les différentes échelles territoriales répond à une logique de cohérence entre espace institutionnel et espace des mobilité ; cependant, les frontières de compétence sont peu perméables, complexifiant le changement de mode ou d'échelle. Les collectivités cherchent alors à retrouver un périmètre *pertinent* pour l'organisation des transports en modifiant leur territoire (élargissement des PTU) ou en mettant en place des structures intégrées (syndicat mixte SRU).

2.2.1 Des périmètres multiples aux frontières marquées

> « En France, quatre échelons sont compétents en matière de transports collectifs : l'agglomération (transports urbains), le département (transports routiers interurbains et scolaires), la région (transports ferroviaires régionaux) et l'État (transports ferroviaires nationaux, transports aériens, etc.). Cette répartition est logique (à chaque territoire la compétence qui correspond à l'échelle de son territoire) mais [...] le passage d'un mode ou d'un niveau territorial à l'autre n'est pas forcément aisé, l'interface se situant à une frontière de compétence. » (Zembri, 2005)

Les différents périmètres de transports publics

La loi d'organisation des transports intérieurs (LOTI) de 1982, en lien avec les lois de décentralisation de 1982–1983, a opéré un partage des compétences en matière de transport entre les communes ou leurs groupements, le département, la région et l'État. Cette loi est à la base de l'organisation actuelle des transports collectifs [9].

Les communes et les groupements de communes sont les autorités organisatrices des transports urbains (AOTU) sur leur territoire : le périmètre de

9. Nous reprenons ici brièvement les compétence des collectivités. Pour une présentation plus détaillée, se référer au site institutionnel : http ://www.collectivites-locales.gouv.fr/competences-des-collectivites-territoriales-matiere-transports

transport urbain (PTU). La loi leur donne les compétentes suivantes : organisation des transports publics urbains de personnes dans le cadre d'un PTU, définition de la consistance de l'offre de transport, définition de la tarification et du mode d'exploitation du service, élaboration des principales orientations de la politique et du plan de déplacements urbains (PDU).

La compétence départementale intègre les transports routiers non urbains ou interurbains (hors PTU). Ainsi, en matière d'organisation des transports publics, les départements élaborent le plan départemental relatif à la gestion des transports publics ; ils organisent les transports routiers non urbains de personnes [10] ; ils assurent (à la demande des communes) tout ou partie de l'organisation et de la mise en œuvre d'un service de transport ; ils mènent des politiques de désenclavement des territoires ruraux par des transports collectifs destinés aux citoyens.

En tant qu'autorité organisatrice des transports régionaux de voyageurs, la région est en charge de l'organisation des services réguliers non urbains d'intérêt régional. Ses compétences concernent : l'organisation et le financement des transports ferroviaires de voyageurs via le réseau des trains express régionaux (TER) et des transports routiers non urbains de personnes d'intérêt régional (par exemple les transports de substitution par autocar aux services ferroviaires), l'élaboration des schémas régionaux des infrastructures et des transports, la détermination du contenu du service public de transport régional de voyageurs (dessertes, tarification, qualité du service, information de l'usager...).

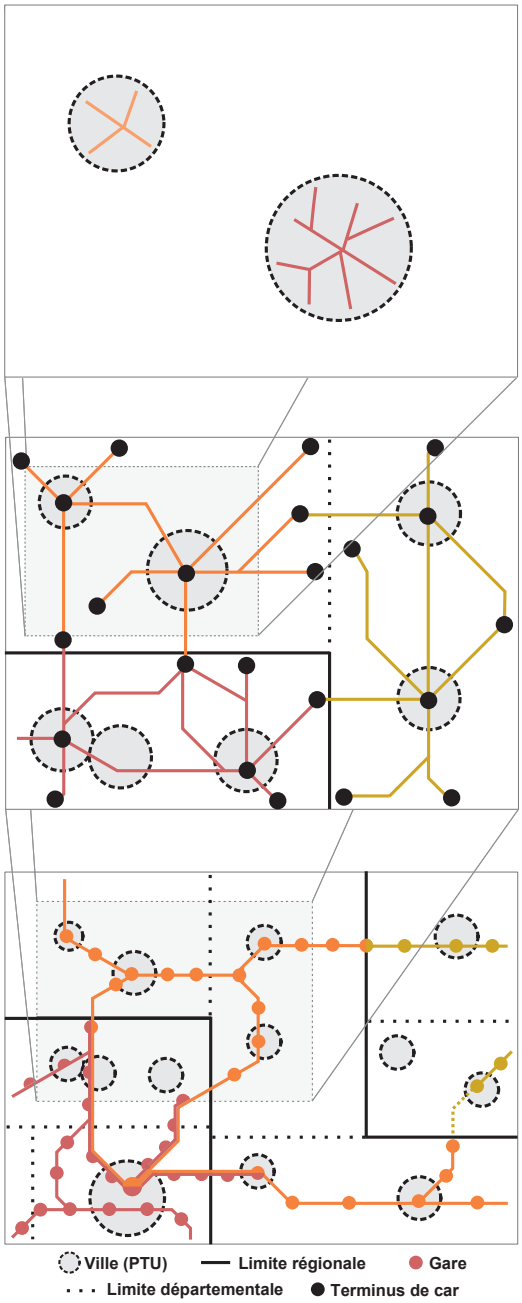
Traverser la frontière : articulation *horizontale* des réseaux de transports en commun

L'articulation *horizontale* entre les réseaux, c'est-à-dire entre réseaux relevant du même type d'AOT, présentent des problématiques et des enjeux plus ou moins importants selon l'échelle et le contexte local. La figure 2.3 présente les principes d'articulation les plus fréquents entre réseaux de même nature.

L'articulation entre les services des transports collectifs urbains, dépendant de PTU différents, est une question qui se pose peu fréquemment. En effet, en France en 2014, une minorité des PTU est contigüe à un autre PTU. De plus, même en cas de contigüité spatiale, la continuité du service entre deux réseaux urbains n'est que rarement assurée. A titre d'exemple, dans le département les Alpes-Maritimes, territoire multipolaire qui comporte de nombreux réseaux

10. Quelques rares départements (dont les Bouches du Rhône) exploitent également des réseaux ferroviaires d'intérêt départemental.

FIGURE 2.3 – Articulation des réseaux entre AOT de même nature



Les périmètres de transports urbains
AOT : Commune ou EPCI
Mission : Assurer la desserte à l'intérieur du territoire urbain (généralement des quartiers périphériques au centre-ville)
Interconnexion : La contiguité entre deux PTU est assez rare. Par ailleurs, même avec des PTU contigüs, un arrêt commun à deux lignes dépendant de deux AOT différentes reste exceptionnel.

Les périmètres de transports départementaux (cars interurbains)
AOT : Conseil Général
Mission : Assurer la desserte d'une part entre les villes du département et d'autre part entre les villages et les villes.
Interconnexion : Certaines lignes départmentales peuvent sortir du territoires départemental pour assurer une interconnexion avec le réseau des départements voisins. Cependant la majorité des lignes restent en cul-de-sac.

Les périmètres de transports régionnaux (TER)
AOT : Conseil Régionnal
Mission : Assurer la desserte entre les villes de la région situées sur le réseau ferroviaire.
Interconnexion : Plusieurs modalités existent. Gare "frontière" où s'articulent 2 lignes ; lignes interrégionnales, avec ou sans arrêts intermédiaires dans la région dont ne dépend pas le train ; pas de coordination (avec risque de fermeture d'un tronçon par une région et donc de rupture de la continuité ferroviaire).

Réalisation : M. DREVELLE, 2013

urbains contigus et une demande de mobilité entre les différents territoires desservis par ces réseaux (Courteix, 2013), il n'existe qu'un ou deux lieux où deux lignes de deux réseaux urbains différents sont en correspondance (et encore les arrêts des deux lignes sont distants de quelques dizaines de mètres). Les frontières des PTU semblent donc particulièrement imperméables et la connexité[11] entre les réseaux urbains n'est pas assurée.

L'articulation entre les différents réseaux de transport départemental s'effectue avec plus de perméabilité que celle des réseaux urbains. Même si la connectivité[12] des réseaux n'est pas maximale (car de nombreuses lignes ont un terminus en cul-de-sac), le passage d'un département à un autre est généralement possible. De manière classique, l'articulation entre les réseaux routiers départementaux est organisée dans des bourgs ou petites villes situées à proximité des frontières départementales. Les frontières des périmètres de transports départementaux ne sont donc pas totalement hermétiques, un car d'un département pouvant faire plusieurs kilomètres dans le département voisin pour rejoindre son terminus. Toutefois, cette juxtaposition spatiale ne garantit pas pour autant une continuité du service aisée pour le voyageur : chaque département organisant ses services propres, la cohérence des horaires peut poser problème.

La régionalisation du transport ferroviaire, systématisée depuis 1984–1985, pose de véritables questions en termes de connexité du réseau ferroviaire et de continuité des services entre les différents périmètres de compétence. Pierre Zembri (1997) alerte sur le risque d'un « effet frontière interrégional » lié à l'absence de coopération régulière entre régions et à des différences de conception du réseau et de ses limites. Pour les lignes ayant un enjeu interrégional, il identifie trois stratégies des régions :

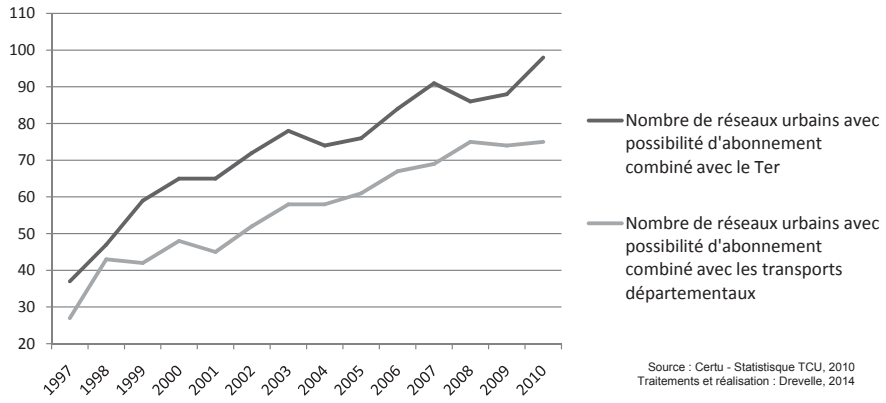
- Une des deux régions prend en compte l'ensemble de la ligne ;
- La prise en compte s'interrompt à la gare la plus proche de la limite (terminus commun pour les deux régions) ;
- La prise en compte s'interrompt de part et d'autre de la limite (aucun TER ne franchit la frontière régionale et une portion de voie n'est donc plus circulée).

Une quatrième stratégie concerne l'émergence de services interrégionaux, portés par plusieurs régions, pour répondre aux besoins de mobilité entre grandes agglomérations et répondre au désengagement de la SNCF sur les grandes lignes (Wolff, 2005).

11. Un réseau est dit connexe si, pour tout couple de sommets, il existe une chaîne allant de l'un à l'autre.

12. Propriété d'un réseau d'offrir des itinéraires alternatifs entre les lieux.

FIGURE 2.4 – Articulation financière entre réseaux urbains et interurbains (abonnements combinés) entre 1997 et 2010



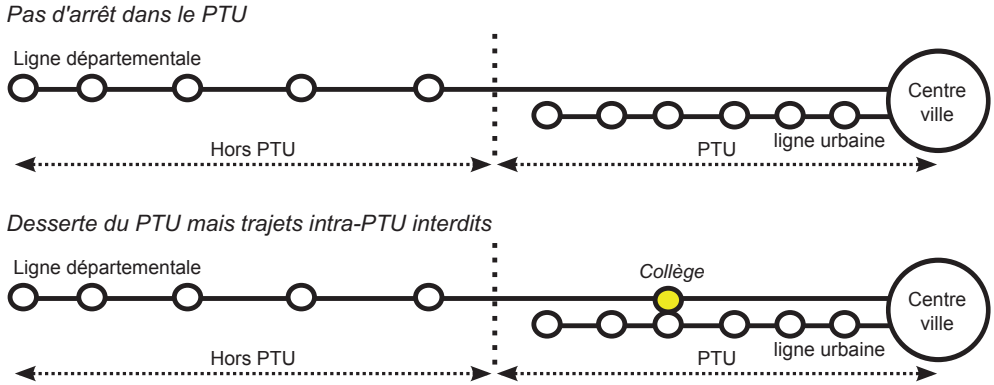
L'articulation *horizontale* entre les réseaux est donc imparfaite mais reste relativement cohérente avec la mission de transport attribuée à chaque collectivité : desserte urbaine, dessertes des pôles de services du département, liaison entre les pôles régionaux... Cependant, de nombreux déplacements ne sont pas horizontaux et nécessitent l'utilisation de plusieurs types de réseau (car ou TER puis transport urbains...) ; la véritable recherche d'articulation doit donc se faire entre les différentes échelles de réseaux.

Changer d'échelle : articuler transports interurbains et urbains

A cause des dynamiques de périurbanisation mises en évidence dans le chapitre I, de nombreux déplacements quotidiens à destination des agglomérations trouvent leur origine à l'extérieur des limites du PTU. Ils nécessitent donc, si la destination du déplacement ne se situe pas à proximité immédiate de la gare (routière ou ferroviaire), une articulation entre les différentes échelles de réseau : urbaine et interurbaine. Cette articulation est financière (combien coûte au voyageur le changement de réseau ?) et spatiale (où s'effectue le changement de réseau ?).

L'articulation financière des réseaux (du point de vue du voyageur) peut être évaluée par l'existence de titres intermodaux permettant aux usagers du TER ou des cars départementaux de poursuivre leur trajet sur le réseau urbain. La figure 2.4 montre l'évolution du nombre de réseaux offrant de tels titres. Entre 1997 et 2010, le nombre de réseaux proposant une tarification combinée avec les transports départementaux ou le TER a été multiplié par plus de 2,5. Ainsi, en 2010, 30 % des réseaux proposent une tarification combinée avec

FIGURE 2.5 – Articulation « classique » entre transport départemental et transport urbain



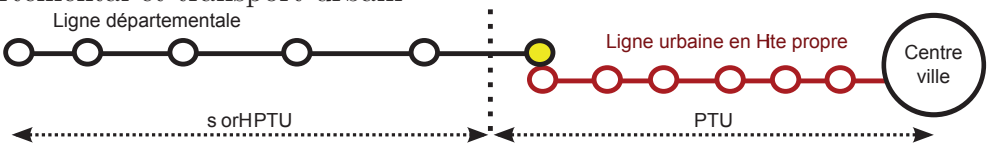
(Réalisation : Matthieu DREVELLE, 2013)

le département et 40 % avec les trains régionaux. L'émergence de carte de transport multimodale, permettant de voyager sur plusieurs réseaux avec un seul support, est un bon exemple d'une volonté d'intégration plus forte entre les différentes échelles de transport en commun. A titre d'illustration, la carte KorriGo est acceptée dans plusieurs réseaux urbains bretons (Rennes, Brest, Lorient, Quimper), dans les TER Bretagne et dans les cars d'Ile-et-Vilaine et des Côtes-d'Armor.

L'articulation spatiale entre réseaux urbains et interurbains est fortement dépendante de la nature du réseau. Ainsi, pour le réseau ferroviaire, cette articulation se fait au niveau de la gare, qui est souvent un point central du réseau de transport urbain. Lorsque plusieurs gares sont présentes sur le PTU, il est relativement fréquent que les gares plus périphériques soient également desservies par les transports urbains. En fait, les enjeux de cette articulation sont surtout temporels : il est important que les horaires des services urbains soient coordonnés avec ceux des services ferroviaires pour permettre une continuité du service pour le voyageur. En ce qui concerne l'articulation entre les cars départementaux et le réseau urbain, la loi interdit au cars interurbains de prendre des passagers pour effectuer des trajet internes au PTU, afin ne pas concurrencer les lignes urbaines. Les cars interurbains peuvent cependant effectuer des arrêts dans le PTU pour desservir des pôles secondaires (comme un collège) (voir figure 2.5).

L'interdiction pour les cars interurbains de prendre des voyageurs dans le PTU pénalise les communes situées aux franges des PTU qui sont desservies par des lignes urbaines (à faible vitesse commerciale) alors que les cars dé-

FIGURE 2.6 – Articulation « avec correspondance forcée » entre transport départemental et transport urbain



(Réalisation : Matthieu DREVELLE, 2013)

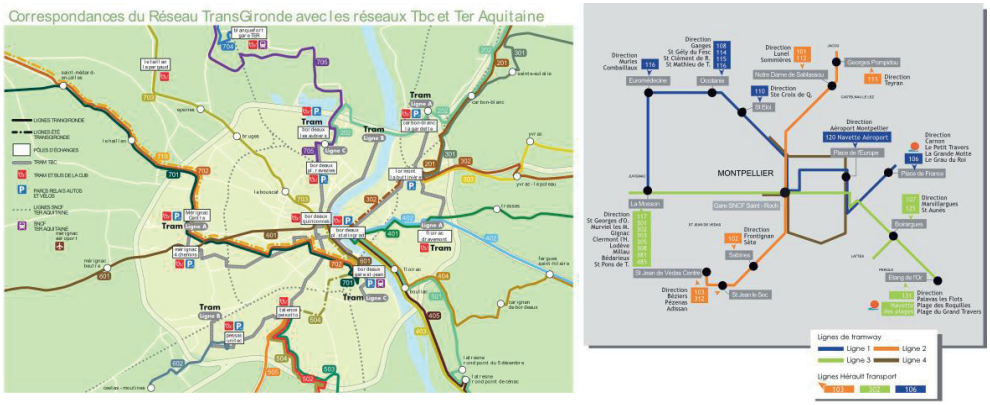
partementaux proposerait un trajet vers le centre plus rapide. Elle pénalise aussi l'exploitation du transport départemental dans le périmètre urbain, les bus réalisant de nombreux kilomètres sans possibilité de recettes. De manière pragmatique, certaines agglomérations, qui ne souhaitent pas étendre de manière trop importante leur réseau urbain, choisissent d'ailleurs de maintenir la desserte de certaines franges de leur PTU par les lignes départementales. Toutefois, lorsque de tels arrangements n'existent pas, on peut alors comprendre la volonté de certains conseils généraux de réduire le nombre de kilomètres parcourus par ses cars au sein du PTU, notamment en leurs lignes en marge de l'agglomération dense.

L'impact des transports urbains en site propre sur l'organisation de l'articulation entre services urbains et interurbains

Lorsqu'une agglomération se dote d'un TCSP, elle en profite souvent pour réorganiser son réseau de bus urbains en privilégiant les rabattements sur la ligne TCSP en amont de l'hyper centre dans un double but : réduire la circulation des bus dans le centre-ville et assurer une bonne fréquentation de la ligne TCSP. Ce type de réorganisation pose certes la question de la perception de la correspondance forcée pour l'usager mais n'impose pas un changement de réseau (la billettique TCSP/bus urbain étant intégrée au sein des PTU). Toutefois l'arrivée d'un TCSP en cœur d'agglomération provoque parfois une réorganisation du réseau de transport interurbain départemental. Alors que des pôles intermodaux (TCSP/ter/mode doux) sont aménagés autour des gares centrales, la politique vis-à-vis des cars interurbains semble davantage tournée vers l'éviction du centre-ville. Les lignes départementales sont alors arrêtées en bordure d'agglomération (souvent à un terminus de la ligne TCSP) et une correspondance forcée est imposée à l'usager souhaitant poursuivre son trajet en centre-ville (voir figure 2.6).

La décision de mettre en place une correspondance forcée est souvent po-

FIGURE 2.7 – Complexité et multiplicité des points de correspondance entre réseau urbain et départemental dans les agglomérations de Bordeaux et Montpellier



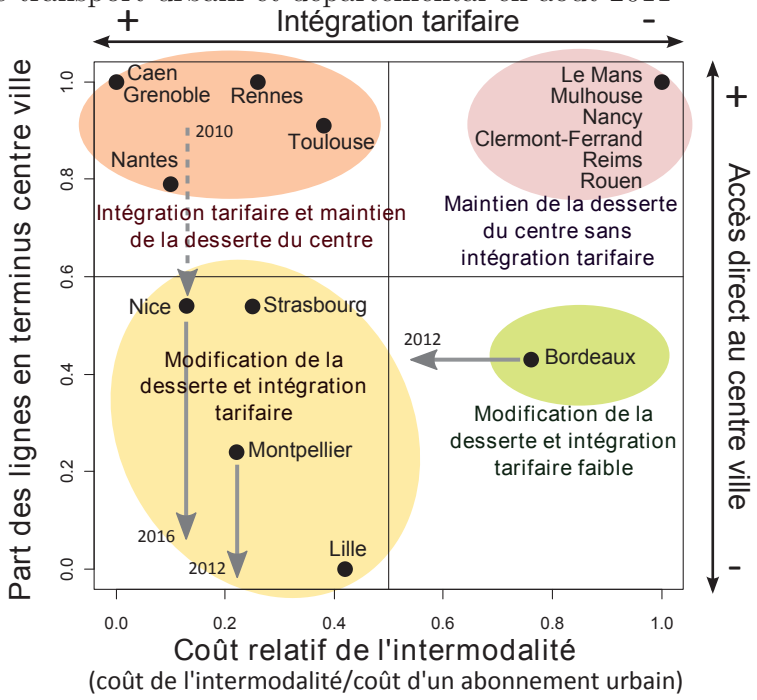
(Source : CG Gironde et CG Hérault)

litique, elle est justifiée par la volonté d'éloigner un mode considéré comme polluant et bruyant des hyper centres alors qu'on y implante un mode plus « propre ». Il s'agit aussi d'éviter d'avoir des bus bloqués dans la congestion sur des routes parallèles aux lignes de TCSP urbains. Sur le plan économique, cette articulation présente de nombreux avantages pour les exploitants urbains et interurbains (et donc pour les AOT). En effet, elle garantit à l'exploitant urbain un certain potentiel de voyageurs aux terminus de ses lignes TCSP et permet à l'exploitant interurbain de réduire la longueur de ses lignes (et donc de rationaliser son offre). Cependant, les avantages pour l'usager ne sont pas indéniables : les gains de temps ne sont pas évidents et la correspondance ajoute une pénibilité supplémentaire au voyage. De plus, le fait de passer du réseau départemental au réseau urbain par une correspondance forcée peut avoir comme conséquence l'achat de deux titres de transports. Enfin, le déplacement des terminus des lignes départementales en périphérie conduit une multiplication du nombre de terminus, ce qui induit un coût cognitif supérieur pour s'orienter sur le réseau (voir figure 2.7).

Articulation entre Tcsp urbains et services interurbains, un essai de classification des agglomérations

A partir d'un panel de 18 agglomérations françaises dotées d'un TCSP (Val, Tramway fer ou pneu) en 2011, nous avons cherché à établir une classification des politiques d'articulation spatiale et d'intégration financière des réseaux

FIGURE 2.8 – Classification des agglomérations selon leurs logiques d'articulation entre transport urbain et départemental en aout 2011



(Réalisation : Matthieu DREVELLE, 2013)

urbains et interurbains routiers. L'analyse porte sur l'accessibilité directe au centre-ville depuis l'extérieur du PTU (représentée par le pourcentage des lignes interurbaines ayant un terminus dans le centre-ville) et sur le coût monétaire de l'intermodalité entre transport départemental et transport urbain. Cet indice de coût correspond au coût de l'intermodalité (différence entre un abonnement mensuel interurbain et celui d'un abonnement mensuel interurbain+urbain) rapporté au prix de abonnement mensuel urbain. L'indice est donc compris entre 0 et 1. Un indice de 0 correspond à une intégration tarifaire totale (aucun surcoût d'intermodalité) et un indice de 1 correspond à la nécessité de payer deux abonnements séparés au tarif plein.

Les résultats de cette analyse (effectuée en août 2011) sont présentés dans la figure 2.8. Ils permettent de mettre en valeur quatre groupes d'agglomérations avec des logiques différentes :

1. Séparation forte entre les AOT et articulation « classique » entre transports interurbains et urbains. Le terminus des lignes départementales est situé dans une gare routière centrale et la tarification est totalement séparée (aucun titre intermodal entre transport départemental et transport

urbain).

2. Maintient de la desserte du centre-ville par les lignes interurbaines et intégration tarifaire. Cette situation résulte de la création d'un syndicat mixte de transports réunissant l'agglomération et le département (Caen, Grenoble), d'arrangements tarifaires dans le cadre de la mise en place de titres de transport intégrés (carte Korrigo à Rennes ou Pastel à Toulouse) ou encore de partenariats entre les différentes AOT pour mieux articuler les services (Nantes).
3. Intégration tarifaire et déplacement du terminus de la majorité des lignes départementales hors du centre-ville. On retrouve dans ce groupe des territoires dotés d'un syndicat mixte de transport et ayant fait le choix de « rationaliser » le réseau interurbain (Montpellier, Nice) ou de très grandes agglomérations (Lille).
4. Bordeaux fait figure exception : de nombreux cars interurbains ont leur terminus en dehors du centre mais l'intégration tarifaire entre les réseaux est relativement faible.

La composition de ces quatre classes représente un état de l'articulation entre transport départemental et transport urbain à un instant t (ici août 2011). La position d'une agglomération peut être amenée à évoluer en fonction des évolutions du réseau et des décisions politiques. À titre d'illustration, dans les cas de Nice et Montpellier, le déplacement des terminus de lignes départementales vers la périphérie s'accentue au fur et à mesure de l'extension du réseau de TCSP urbain. Autre illustration, à Bordeaux, l'intégration tarifaire a été améliorée à la rentrée 2012 avec la mise en service d'abonnements combinés.

La complexité des périmètres, leur imperméabilité et le degré d'intégration variable entre les différentes échelles des réseaux de transport public appellent à une réflexion sur l'adaptation de l'organisation des transports collectifs aux besoins de mobilités. Cela interroge également sur les possibilités d'organisation des AOT pour rendre plus poreuses les frontières de compétences.

2.2.2 Des services adaptés aux territoires vécus ? Élargissement du PTU et syndicats mixtes SRU

Le partage des compétences d'organisation des transports collectifs entre les différents niveaux de collectivité, malgré des difficultés réelles d'articulation entre les réseaux, est une répartition pertinente dans l'optique de mettre adéquation l'échelle de gouvernance et l'échelle de mobilité. Cependant, les

périmètres administratifs ou les services proposés ne sont pas toujours cohérents avec les pratiques de mobilité. Les questions de mise en adhérence des périmètres administratifs avec les territoires vécus ou d'adaptation des services de transport aux nouveaux besoins de mobilité sont d'ailleurs appropriées par certains territoires qui ont mis en place un syndicat mixte de transport Sru.

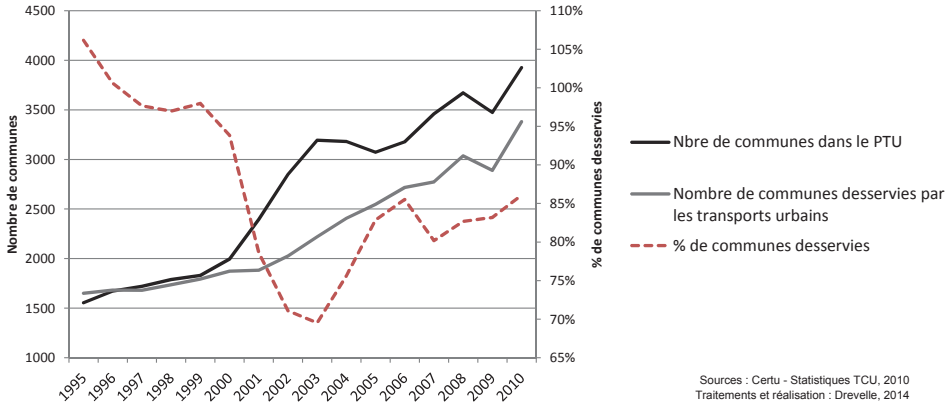
Des périmètres à la poursuite de la ville

La recherche de la pertinence territoriale des institutions en charge du transport collectif, en parallèle de la recherche d'une meilleure intégration intersectorielle, apparait comme un objectif dans la plupart des lois ayant attrait à l'organisation des transports depuis 1973 (Offner et al., 2002). Cette recherche du territoire pertinent concerne essentiellement les transports collectifs urbains et périurbains. Bien que les réseaux Ter révèlent un certain nombre d'incohérences entre périmètre administratif et périmètre de mobilité [13], la permanence des limites du territoire régional impose une collaboration avec les régions voisines pour mettre en pertinence le réseau et les mobilités. En ce qui concerne le transport collectif urbain, les structures intercommunales, support du Ptu, peuvent faire évoluer leur périmètre pour accompagner les dynamiques urbaines et mettre en place des politiques dépassant le seul territoire de la commune–ville.

La couverture de la ville morphologique ou fonctionnelle par les transports collectifs a fait l'objet de plusieurs travaux de recherche, mettant en évidence des transports collectifs perpétuellement à la poursuite des dynamiques urbaines. Beaucire et al. (2003) montrent qu'avant la loi Chevènement de 1999, les Ptu peinent à couvrir l'ensemble des communes des agglomérations morphologiques (pôles urbains de l'Insee) : l'élargissement de l'agglomération, provoquée par l'étalement urbain, n'est pas accompagné d'un élargissement équivalent du Ptu. Après la loi Chevènement, le taux de couverture des communes des pôles urbains par un Ptu augmente. Cela n'implique pas une meilleure couverture de l'agglomération par les transports urbains, en effet dès 2000, on observe l'apparition d'une déconnexion entre l'appartenance d'une commune à un Ptu et sa desserte par les transports urbains (figure 2.9). Alors qu'avant 1999, l'ensemble des communes appartenant à un Ptu possèdent une desserte, au début des années 2000, moins de 75 % des communes des Ptu sont des-

13. Zembri (1997) montre ainsi que, après la régionalisation du transport ferroviaire, si certain réseaux régionaux ont une organisation cohérente (organisation autour d'un axe ou d'une étoile), d'autres régions (par exemple le Centre et la Basse-Normandie) héritent d'un réseau non adapté à leur territoire (fragment de lignes...).

FIGURE 2.9 – Extensions des pôles urbains et desserte des communes par les transports urbains

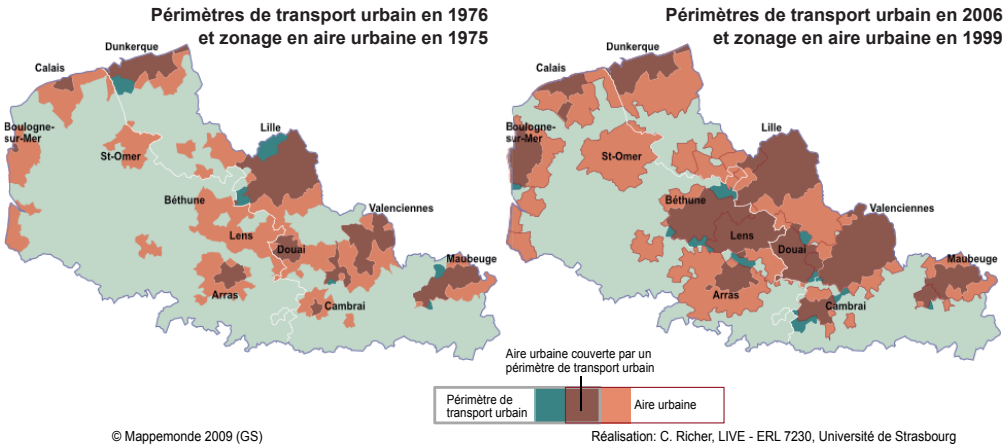


servies par les transports urbains ; un rattrapage apparait à la fin des années 2000 (en 2010, 85 % des communes des PTU sont desservies par les transports urbains).

Cyprien Richer (2009) étudie la couverture des aires urbaines en 1976 et 2006 par les PTU dans la région Nord-Pas-de-Calais. Là encore, le rattrapage de l'extension des périmètres fonctionnels (l'aire urbaine) par les périmètres institutionnels (le PTU) est partiel sur les trente dernières années. Le nombre de communes dans les périmètres de transport urbain du Nord-Pas-de-Calais est passé de moins de 200 communes au milieu des années 1970 à environ 350 en 1995 et près de 450 communes en 2006. L'effort d'adaptation des PTU semble d'ampleur mais reste modeste par rapport aux 720 communes comprises dans les aires urbaines de la région en 1999 (figure 2.10). La recherche met aussi en évidence la deconnexion entre élargissement du territoire intitutionnel et évolution de l'offre de transport. Dans de nombreux cas, suite à un élargissement du PTU, les tranports urbains n'évoluent pas ou l'intercommunalité délègue au département la desserte des périphéries.

> « D'un point de vue spatial, l'augmentation de la taille des périmètres de transport urbain doit se traduire, en théorie, par un déplacement de la frontière entre transport urbain et transport interurbain et par une amélioration des dessertes des nouvelles communes de l'AOTU. En pratique, les évolutions de périmètres ont surtout nécessité une nouvelle répartition des services entre les AOTU et les départements, sans que l'offre de transport sur les périphéries n'ait évolué » (Richer, 2009).

FIGURE 2.10 – Périmètres de transport urbain et aires urbaines dans le Nord-Pas-de-Calais entre 1975 et 2006



Source : Richer (2009)

Une alternative à l'élargissement du PTU de l'agglomération centrale peut être proposée à travers la constitution de communautés d'agglomération périurbaines. Guerrinha (2007), à travers l'exemple du pays voironnais, montre comment l'intercommunalité prend en main l'organisation des transports collectifs dans un territoire en périphérie de Grenoble. Le financement du réseau, qui est majoritairement de nature interurbaine, reste cependant fortement dépendant d'un transfert de dotation du département. De plus, la construction de l'intercommunalité périurbaine par un discours d'opposition avec l'agglomération centrale interroge sur la perméabilité de la frontière entre les deux PTU. Cette alternative permet cependant de questionner la pertinence de l'aire urbaine comme territoire adapté au transport urbain. Caroline Gallez (2010) craint en effet « qu'un tel cadre ne soit particulièrement favorable à la reproduction d'un schéma de développement des réseaux de type radioconcentrique, peu adapté à la gestion du phénomène d'étalement urbain ».

La course à l'élargissement des périmètres de transports urbains n'apparait pas comme une solution adaptée aux évolutions urbaines : difficultés pour desservir correctement les franges, maintient des frontières de compétences, instabilité des périmètres peu favorable à une cohérence des pratiques sectoriels... L'enjeu semble davantage se situer au niveau de l'effacement des frontières de compétence plutôt que par leur déplacement. Faire collaborer au sein d'une même structure les différentes échelles territoriales, tel est l'objectif des syndicats mixtes de transport.

TABLE 2.1 – Les trois âge des syndicats mixtes de transports

Période	*Politique*	*Forme de syndicat mixte*	*Composition fréquente*	*Objectif*
Depuis les années 1960	Métropoles d'équilibre, politique fédérative (loi relative aux communautés urbaines, 1966)	SM ouvert « classique »	Communauté Urbaine et département	Organisation et/ou gestion d'un réseau de transport collectif dans les grandes agglomérations.
Depuis 1999	Renforcement des intercommunalités et cohérence intersectorielle (loi Chevènement, 1999)	SM fermé de « droit commun »	Communauté(s) d'agglomération(s) et communes	Maintien du PTU antérieur pour pérenniser l'échelle d'organisation du réseau de TCU.
Depuis 2000	Politique de transport et cohérence spatiale (loi SRU, 2000)	SM ouvert de type « SRU »	Différentes AOT (AOTU et département)	Coordination des services, politique tarifaire et information multimodale.

Source : Richer et al. (2011)

Dépasser les périmètres : les syndicats mixtes SRU

Les mobilités de plus en plus complexes au sein des archipels urbains ont fait émerger un besoin croissant de « politiques multiniveaux » (Jemelin et al., 2004) et imposent la recherche d'une « réponse à l'émiettement de la compétence transport entre plusieurs AOT » (Krattinger, 2012). Dans cette logique, la loi solidarité et renouvellement urbain encourage la mise en place de syndicats mixtes de nouvelle génération, regroupant plusieurs niveaux d'AOT « afin de facilier la coordination multi-échelle des autorités responsables des transports » (Richer et al., 2011). Ces syndicats ont pour vocation de dépasser la LOTI, marquée par un partage strict des compétences et des territoires.

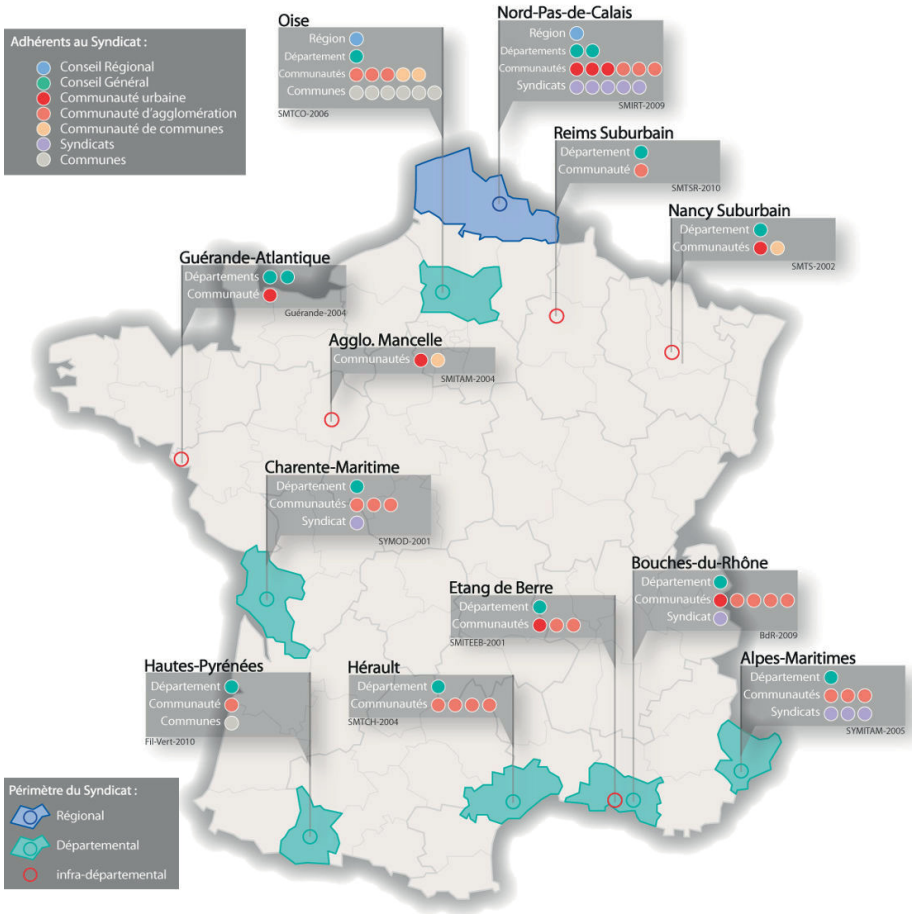
Richer et al. (2011), réalisant une analyse chronologique et bibliographique des syndicats mixtes de transport, qualifient les syndicats mixtes SRU de « troisième age » de la forme syndicale dans les transports collectifs (voir tableau 2.1). Les syndicat mixtes SRU possèdent trois compétences obligatoires :

- la coordination des services de transports,
- la mise en place d'une communauté tarifaire de titres uniques ou unifiés,
- l'information multimodale à destination des usagers.

Leur objectif principal est de faciliter et encourager l'utilisation des transports publics en « réduisant au maximum les obstacles que peut rencontrer un usager lors du passage d'un réseau de transport à un autre » (Richer et al., 2011).

En 2012, en France, on dénombre 12 syndicats mixtes de transport SRU (Jouve et Richer, 2013). Ces syndicats revêtent des formes très différentes : si deux syndicats SRU associent intercommunalités, départements et région, la plupart n'associent que des structures intercommunales (ou des communes)

FIGURE 2.11 – Les syndicats mixtes SRU en France en 2012



Réalisation : Cyprien Richer. Source : Certu (2014).

avec le département (voir figure 2.11). Les actions des syndicats sont donc variées, de la coordination d'une ligne de transports inter-PTU (dans l'agglomération Mancelle) à l'articulation des transports sur tout un département ou une région. La présence du département dans presque tous les syndicats SRU est intéressante. Territoire pertinent pour lier la mosaïque des périmètres de transport urbain, le département apparait comme un « intercesseur territorial » (Béhar, 2002) ou dans une situtation privilégiée « d'AOT du périurbain » (Inrets-Certu, 2007).

Les syndicats mixtes SRU peuvent être une réponse adaptée pour « dépasser la rigidité de la LOTI [14] [...] et promouvoir une échelle suburbaine de transport »

14. C'est-à-dire « effacer les frontières des réseaux de transport public et faire évoluer le schéma traditionnel d'organisation des AOT strictement dual entre l'urbain (PTU avec VT)

(Jouve et Richer, 2013). Ils facilitent également l'émergence de projets intermodaux entre les différentes AOT et, à l'instar des SCOT, permettent d'élaborer un « processus d'apprentissage collectif » (Frère et al., 2000) et contribuent donc à « améliorer l'intégration des politiques publiques de transport » (Jouve et Richer, 2013).

Cependant, la grande diversité de formes des syndicats mixtes nuisent à leur lisibilité. Les syndicats mixtes SRU ne semblent pas avoir réussi à résoudre sur le terrain la question du périmètre pertinent pour l'organisation des transport : l'échelle régionale, peu mobilisée dans les structures actuelles, est pourtant identifiée comme pertinente pour l'articulation entre les AOT (Raoul et Casteigts, 2011; Krattinger, 2012). L'exemple de la coordination des transports en Alsace (portée par la région sans structure dédiée) ou du développement des plateformes d'information multimodale hors syndicat mixte (Certu, 2012) montrent d'ailleurs que, si l'outil est utile, il n'est pas nécessaire.

N'étant qu'une structure à la disposition des politiques, les syndicats mixtes SRU ne peuvent résoudre l'ensemble des enjeux de l'intermodalité sans la volonté des élus. Caroline Gallez (2010) doute ainsi de la réelle capacité des syndicats mixtes SRU a apporter des réponses aux nouveaux besoins de mobilité :

> « Sur le plan institutionnel, la solution des syndicats mixtes préconisée par la loi SRU, a priori séduisante, élude la question de l'implication des communes ou des collectivités périphériques en matière de transports collectifs. En faisant de l'alliance à l'échelle de la région urbaine un préalable à la mise en oeuvre de politiques intermodales, ce partenariat encourage peu le développement de dessertes locales, qui pourraient par exemple accompagner la structuration de l'urbanisation autour de pôles secondaires. Au pire, elle légitime une position attentiste des communes périphériques vis-à-vis d'une structure dont elles espèrent avant tout l'amélioration des conditions d'accessibilité au centre. »

L'objectif de coordination multi-échelle des réseaux de transports en commun et d'effacement des frontières institutionnelles ne peut donc pas se passer d'une réflexion sur la mobilité des habitants, au delà du rapport centre–périphérie, et d'une implication de l'ensemble des acteurs publics. Il ne peut également pas se passer d'une articulation entre les politiques d'urbanisation et de transport afin d'organiser le réseau de transport intermodal et interpérimètre en adhérence avec les dynamiques territoriales.

et le non-urbain (hors PTU sans VT) » (Richer et al., 2011).

2.3 Coordonner urbanisme et transport pour une ville plus durable [15]

Aujourd'hui, il est communément admis que la mise en œuvre d'objectifs de « mobilité durable » nécessite une articulation des politiques d'urbanisme et de déplacement (Kaufmann et Jemelin, 2003). L'intention n'est pas nouvelle — depuis la loi d'orientation foncière de 1967, l'articulation des politiques d'urbanisme et de transport est recherchée à travers la planification (Desjardins et Leroux, 2007) — et les arguments avancés sont souvent similaires ; toutefois, les réalisations sont généralement décevantes (Beaucire et al., 1999). En effet, jusqu'aux années 2000, les documents intercommunaux de planification [16] (échelle pertinente de l'articulation urbanisme transport), se trouvent invalidés lors des révisions des plans d'occupation des sol (POS) communaux (Givaudan, 2001) ou ne sont pas investis par les communes après les lois de décentralisation de 1982–1983, au point d'envisager leur suppression (Conseil d'Etat, 2001).

La loi SRU (solidarité et renouvellement urbain) introduit une rhétorique volontariste de la puissance publique — l'urbanisme ne doit plus être la police des formes urbaines mais doit veiller au fonctionnement urbain (Jéguzo, 2001) — et des outils nouveaux, dont le Scot. L'échelle du Scot, proche de celle de l'aire urbaine, parait adaptée pour planifier la ville de manière plus intégrée, en prenant en compte l'agglomération et sa couronne périurbaine. Le Scot apparait comme l'outil permettant de véhiculer les nouvelles orientations en matière d'aménagement, notamment en ce qui concerne l'articulation urbanisme transport : les impératifs d'intensification urbaine dans les aires d'influence des transports en commun sont ainsi présents dans la plupart des schémas (Desjardins et Leroux, 2007).

En périphérie des grandes agglomérations ou dans les espaces peu denses, la coordination urbanisme transport s'articule essentiellement autour d'une politique et d'un outil : la densification autour de gares et le contrat d'axe. Si l'outil permet d'obtenir certains résultats — ou du moins permet de faire dialoguer ensemble les différents acteurs d'un projet —, la politique ne semble pas suffisante pour répondre aux besoins des territoires périurbains.

15. Cette sections ne décrit que très brièvement certains aspects de l'articulation urbanisme transport qui touchent directement notre sujet de thèse. Pour une approche complète, se référer à la thèse de Juliette Maulat (2014)

16. Schéma directeur d'aménagement et d'urbanisme (Sdau) entre 1967 et 1982 puis schéma directeur (SD) jusque 2000.

2.3.1 L'injonction à urbaniser près des gares : une solution pour le périurbain ?

Le discours sur la densification se veut une réponse aux problèmes de mobilité dans les espaces périphériques, il puise son argumentaire dans quelques travaux de recherche largement diffusés (Newman et Kenworthy, 1989; Fouchier, 1997). Son application autour des gares s'appuie sur des recherches liant proximité d'une gare et utilisation des transports collectifs (Cervero, 1994; Headicar et Curtis, 1994; Kitamura et al., 1994; Stead et Marshall, 2001). L'injonction d'urbanisation autour des gares est cependant confrontée aux réalités institutionnelles et territoriales et semble donc insuffisante pour répondre aux besoins de mobilité des périurbains.

Importance des territoires d'entre-deux

Si le réseau ferroviaire a joué un rôle essentiel dans l'orientation du développement urbain durant une part importante du XIX^e^ et du début du XX^e^ siècles (Pumain, 1982), l'accès massif à l'automobile apparait pour beaucoup comme le signe et l'agent de la transformation des villes (Dupuy, 1995; Wiel, 2002). La restructuration du réseau autour des axes les plus rentables et la fermeture progressive de nombreuses lignes dès la première moitié du XX^e^ siècle — notamment les lignes desservant les campagnes vidées par l'exode rural, aujourd'hui devenues des couronnes périurbaines dynamiques — ont réduit significativement la couverture spatiale du réseau ferroviaire (Ribeill, 1985; Zembri, 1997).

Conséquence de la rétraction du réseau, les territoires périurbains ou de faible densité sont pour la plupart des territoire d'entre deux : entre deux lignes, entre deux gares. Situés *en négatif* du réseau ferroviaire, ces territoires peuvent être identifiés comme des « trous noirs de l'accessibilité durable » (Brès+Mariolle, 2011). L'importance de la population résidant dans les territoires d'entre-deux[17] varie selon les agglomérations et selon la densité des étoiles ferroviaires qui irriguent les espaces périurbains ; toutefois, la proportion de périurbains vivant à proximité immédiate d'une gare est généralement faible. Sur un panel de 18 grandes aires urbaines françaises[18], seules deux

17. Ces territoires non desservis par le train sont définis ici comme étant les territoires des couronnes périurbaines situés à plus de 3 kilomètres d'une gare Ter. Ce seuil de 3 kilomètres a été retenu car il permet de prendre en compte « l'ensemble des résidences et lieux de travail, qui, de manière théorique pourraient profiter des services ferroviaires » (Desjardins et al., 2011).

18. Où l'agglomération centrale est dotée d'un transport en site propre lourd de type tramway ou métro (hors Paris, Lyon et Marseille).

TABLE 2.2 – Importance de la population résidant dans les territoires d'entre deux dans les couronnes de grandes agglomérations françaises en 2008

Nom	*Part des périurbains habitant un territoire d'entre deux**	*Nom*	*Part des périurbains habitant un territoire d'entre deux**
Lille	40%	Mulhouse	70%
Strasbourg	45%	Le Mans	70%
Clermont-Ferrand	56%	Reims	70%
Nancy	58%	Orléans	72%
Grenoble	58%	Nantes	77%
Bordeaux	67%	Saint-Étienne	77%
Rennes	69%	Montpellier	80%
Toulouse	69%	Caen	86%
Rouen	70%	Nice	87%

* habitants de la couronne situés à plus de 3 km d'une gare ter
Source : INSEE, RGP 2008

(Strasbourg et Lille) présente une part de périurbains vivant à l'écart du réseau ferroviaire inférieure à 50 %. A l'inverse, pour 13 d'entre elles, plus de deux tiers des périurbains vivent dans un territoire d'entre-deux.

Des gares qui peinent à polariser l'urbanisation

Face à l'importance des territoires d'entre deux, la question se pose quant au degré de relation entre l'urbanisation récente et les réseaux ferroviaires, supports de l'urbanisation héritée. Desjardins et al. (2011) ont cherché à voir si par effet d'entrainement, et malgré le changement radical de l'équation des mobilités, un développement plus important s'est perpétué dans les espaces que le rail pourrait desservir [19]. Ils ont ainsi mesuré le degré « d'adhérence par héritage [20] » ou, au contraire, « d'indifférence spatiale [21] » de l'urbanisation par rapport au réseau ferroviaire.

Les résultats de l'étude mettent en évidence une relative indifférence entre développement résidentiel est réseau hérité durant les quatre dernières décennies, particulièrement entre 1999 et 2008 (période durant laquelle l'idée d'un

19. Cette étude reprend la méthode développée par Cornille et al. (2009) dans leur mémoire universitaire. Elle harmonise les traitements, permettant une comparabilité des résultats.

20. « Héritage au sens où l'urbanisation *colle* au réseau » (Desjardins et al., 2011).

21. « Indifférence au sens où le réseau ferré ne compte pas parmi les facteurs de localisatrion de l'urbanisation » (Desjardins et al., 2011).

urbanisme orientée vers le rail est « répétée comme un slogan au nom du développement durable »). La population et le nombre d'emplois potentiellement desservis par le réseau continue cependant à croître (mais dans une mesure moindre que dans les territoire hors corridor), non pas à cause d'un effet structurant du rail, mais par « une poursuite ralentie, mais réelle, des dynamiques antérieures de développement ». Cette croissance « peut conduire à augmenter l'utilité d'un réseau aujourd'hui sous-utilisé ». Toutefois, l'étude conclut que d'autres choix d'aménagement, notamment dans le cas de Rennes [22], auraient permis d'améliorer fortement l'utilité du réseau hérité, rendant « plausible une offre ferroviaire abondante et une utilisation élevée du réseau ».

De l'injonction à la réalisation : écarts entre les discours et les pratiques

L'indifférence spatiale de l'urbanisation vis-à-vis du réseau ferroviaire peut trouver des explications dans les écarts que l'on peut observer entre les discours, les désirs des habitants et les réalisations des élus.

De nombreux travaux de recherche soulignent les décalages évidents entre la rhétorique d'articulation entre urbanisation et transport et les réalisations sur le terrain (Stead, 2003; Cervero, 2004; Gallez et Kaufmann, 2010). En France, plusieurs facteurs peuvent être identifiés pour expliquer la faible cohérence dans la pratique entre urbanisme et transports. La plupart des travaux de recherche analysent les freins institutionnels : cadre réglementaire ou outils peu adaptés (Desjardins et Leroux, 2007), territoires institutionnels fragmentés et déconnectés des territoires fonctionnels (Guerrinha et Thébert, 2006). Quelques travaux sur la planification territoriale et des transports dans les espaces périurbains (Guerrinha, 2007; Barone, 2010) apportent des éléments de compréhension supplémentaires en invoquant des jeux d'acteurs complexes et des contextes locaux pesant sur la mise en œuvre des projets.

Dans cette lignée, Juliette Maulat (2011, 2012) montre, qu'au delà du manque de coordination institutionnelle, « la faible mise en cohérence des projets de transports et des projets urbains [...] dépend aussi des contextes locaux, des héritages territoriaux et du fonctionnement du système de transport » (Maulat, 2012). Quand bien même les principes généraux d'intensification de l'urbanisation dans l'agglomération et autour des axes de transports sont unanimement acceptés, leur mise en pratique soulève de nombreuses oppositions,

22. Si la totalité de la croissance périurbaine de Rennes entre 1975 et 2006 avait été fixée par les corridors ferroviaires, la densité de population des corridors serait aujourd'hui de 255 hab./km² contre 148 dans la situation réelle.

les élus dénonçant des objectifs trop globalisants, inadaptés à leur réalité territoriale. Juliette Maulat met ainsi en évidence les différentes stratégies des élus pour appliquer, adapter ou détourner les périmètres et orientations du SCOT (Maulat, 2011). Ses travaux expliquent par ailleurs que les projets de développement urbain dans les territoires périurbains (y compris ceux situés dans des quartiers de gare) ne sont pas directement liés aux projets ferroviaires ; ils répondent avant tout « à un besoin de maîtrise et de structuration du développement urbain mais ne sont pas pensés pour favoriser l'usage du réseau ferré » (Maulat, 2012).

L'articulation entre urbanisation et transports collectifs dans les faibles densités semble donc faire face à de nombreuses difficultés pour passer d'une injonction générale à des projets d'aménagement. Face à une opposition entre une *territorialité aréolaire* (celle des lieux) et une *territorialité réticulaire*(celle des réseaux) (Dupuy, 1991) qui se maintient, planificateurs de la ville et des transports doivent concevoir un outil pour « mettre en cohérence, de manière pragmatique et par projets, urbanisme et transport » (Maulat, 2012). L'émergence des contrats d'axe pourrait permettre cette cohésion.

2.3.2 Des contrats d'axe pour articuler projet de transport et projets urbains [23]

Un outil multi-partenaire et inter-sectoriel autour d'un projet

Dans un contexte de promotion de la ville compacte et d'un aménagement articulé avec les mobilités (*transit-oriented planning*), présentés comme une condition de la ville durable (Banister, 1999; Renne et Wells, 2004), les acteurs de la ville ont besoins d'outils pragmatiques pour passer du discours au projet. Les contrats d'axes ont été créés dans l'objectif de dépasser les difficultés intersectorielles et institutionnelles qui freinent la réalisation des objectifs globaux des documents de planification en proposant un outil rassemblant les différents acteurs de la ville autour d'un projet défini de transport et d'aménagement.

Le contrat d'axe fonctionne selon une logique simple : l'exigence d'une contrepartie territoriale au développement (ou à l'amélioration) de l'offre de transports collectifs sur un territoire. En d'autres termes, il s'agit de conditionner la réalisation d'un projet de transport à l'ouverture à la construction de terrains — ou à la densification du bâti existant — situés dans le corridor de desserte du projet. Le contrat est basé sur un consentement mutuel des

23. Pour un état de l'art plus complet sur les contrats d'axes, se référer à Maulat et Krauss (2014) et à l'étude du Certu (2010a)

différents acteurs qui, à l'issue d'une phase de négociation, contractualisent le calendrier de réalisation et la nature de leurs engagements. Selon Maulat et Krauss (2014), les contrats d'axes seraient un exemple du changement de méthode dans les politiques publiques, donnant une plus grande importance aux outils contractuels ou de consentement mutuel (Gaudin, 2007) et aux approches *projet* (Pinson, 2009).

Toujours selon Maulat et Krauss (2014), dans leurs objectifs, les contrats d'axe sont proches des concepts de *Transport development area* en Grande-Bretagne (Haywood, 2005) ou de *Transit oriented developpement* (Tod) aux États-Unis (Cervero, 2004). Il s'agit de promouvoir un développement urbain mixte (activités et résidentiel) à proximité des arrêts pour favoriser l'usage des transports publics (et ainsi en amortir le coût). L'approche *orientée projet* doit quant à elle favoriser l'émergence de projets adaptés au contexte local. Il existe cependant des différences notables, là où le Tod s'intéresse à une station, le contrat d'axe prend en compte l'ensemble de la ligne de transport ; de plus, le Tod fonctionne selon le principe de partenariat public–privé alors que les contrats d'axes résultent d'un accord conclu majoritairement entre des acteurs publics.

Retour d'expériences : entre avancées et incertitudes

Actuellement, les contrats d'axe concernent essentiellement deux types de projets. Ils sont ainsi présents sur des projets de développement d'axes desservant les franges des grandes agglomérations (Ligne E de transport en commun de Toulouse, ligne E du tramway de Grenoble…)(Certu, 2010a). Les lignes ferroviaires font aussi l'objet de contrats d'axe pour renforcer un lien métropolitain (Nîmes–Alès), accompagner la réouverture d'une ligne (Avignon–Carpentras) ou sa modernisation (autour de Pau) (Maulat et Krauss, 2014).

Les premiers retours d'expériences sur les contrats d'axe ne permettent pas encore de conclure sur les résultats objectifs du dispositif (Certu, 2010a; Maulat et Krauss, 2014). Toutefois, l'étude du Certu liste certains points positifs et certaines incertitudes. À cause de leur nature contractuelle, nécessitant un dialogue continu entre les différents acteurs, les contrats d'axes nécessitent beaucoup de temps et d'énergie pour être mis en œuvre, toutefois ils semblent parvenir à créer une vrai articulation entre urbanisme et transport. Les discussions permettent aussi de créer un lien entre différents acteurs qui n'auraient peut être pas eu l'occasion de coopérer autrement. De plus, pour les collectivités peu dotées en compétences techniques, les contrats d'axes peuvent avoir une vertu pédagogique. L'incertitude reste quand au respect des engagements par

les différents partenaires, l'intégration de certains contrats dans les documents de planification peut toutefois donner un caractère légal à leur préconisation.

Le contrat d'axe apparait comme un outil intéressant au service de l'articulation entre urbanisation et transport. Il permet en effet, de structurer le développement d'un territoire autour d'un axe de transport collectif existant ou à créer. Son approche partenariale permet une appropriation locale des objectifs de développement durable et de coordination inter-sectorielle. L'esprit du contrat d'axe pourrait inspirer les politiques de structuration des axes périurbains dans les territoires d'entre deux, par exemple en intensifiant l'urbanisation autour de lignes départementales à haut niveau de service.

2.4 Conclusion : Comment faire évoluer la desserte des espaces peu denses ?

Face au coûts importants de desserte des espaces de faibles densités par les transports collectifs, coûts que les collectivités doivent assumer pour assurer l'accessibilité aux ressources urbaines, l'évolution des transports publics dans les espaces de faible densité interroge.

Afin de desservir les faibles densités, il importe d'effacer les barrières institutionnelles, de dépasser les périmètres de compétences. Les syndicats mixtes SRU, s'ils ne sont pas exemptes de défauts, apportent des avancées intéressantes en matière de coordination des différentes échelles de réseaux : tarification unifiée, information multimodale, mise en cohérences des service. Cependant ces outils ne répondent pas à l'ensemble des enjeux. La question des correspondances forcées ou le choix difficile entre une offre extensive (avec une forte couverture territoriale) et une offre intense en termes de services sont des problématiques propres aux faibles densités et appellent à des réponses.

L'articulation entre urbanisme et transport, notamment autour des lignes périurbaines, offre certaines réponses à ces questions. Le développement des contrats d'axes, par exemple, permet d'offrir des services de transport plus intenses dans les territoires amenés à accueillir la croissance démographique et économique. Ces projets restent cependant rares et dans de nombreuse couronnes périurbaines, les dynamiques territoriales ont été jusqu'alors indifférentes au réseau de transport collectif. Dès lors, quelles solutions de transport offrir aux habitants des territoires d'entre deux ?

Même si nous ne les avons pas évoqué dans ce chapitre, le services de transport à la demande (TAD), constituent une solution intéressante pour la desserte des faibles densités : desserte point à point, flexibilité face aux temporalités éclatées de la mobilité (Castex et Josselin, 2007). Cependant ce mode de transport reste une solution coûteuse ou du moins très largement déficitaire (ADETEC, 2004) et est confronté à des problèmes techniques, notamment l'optimisation des tournées (Garaix et al., 2007). De plus, une généralisation du TAD pourrait renforcer l'étalement urbain et l'éclatement des mobilités (Castex et Josselin, 2007).

La desserte des faibles densités françaises pourraient aussi prendre exemple sur la desserte des périphéries des grandes agglomérations du sud. Dans l'agglomération du Cap en Afrique du Sud, les services de minibus comptent plus de 500 lignes avec une desserte organisée spatialement autour de hub (les *taxi rank*)(Baffi, 2010). Ces services s'adaptant à la demande, les minibus réalisent

différents types de missions : liaison entre les quartiers pour pallier à l'absence (ou à la faible efficacité) des lignes de bus, *feedering* vers les gares ou les arrêts de bus (Baffi, 2012)... De plus, cette organisation souple, sans horaire (les minibus partent lorsqu'ils atteignent un certain nombre de voyageurs), permet des fréquences très élevées sur les principaux axes en période de forte demande (Drevelle, 2010). Cependant, ce système pose aux autorités un véritable problème de formalisation, de régulation et d'intégration des différents réseaux, surtout lors de la mise en œuvre de projet ambitieux de transports (Drevelle, 2010; Musil et al., 2014).

Si les expériences du TAD ou des pays du sud ont à nous apprendre, il apparait certain qu'une meilleure coordination entre les échelles territoriales et les politiques sectorielles est un préalable à toute desserte efficace des espaces de faible densité. Il ne semble donc pas pertinent, en l'état des connaissances, de se prononcer sur les évolution à donner aux transports collectifs dans les espaces périurbains. Avant toute conclusion hâtive, il est nécessaire de mieux comprendre ces espaces : mieux les appréhender dans leur diversité morphologiques, mieux cerner les mobilités et polarités qui les structurent. C'est sur la base de cette géographie du périurbain — géographie dont certains champs restent encore à explorer — que pourront émerger des solutions adaptées pour les mobilités des habitants des faibles densités.

Deuxième partie

Forme et desservabilité des espaces périurbains

Chapitre 3

Les caractéristiques de l'organisation spatiale périurbaine en France

Durant les dernières décennies, le visage des villes a été transformé par le phénomène de périurbanisation. La ville d'aujourd'hui ne peut donc plus être réduite à son cœur historique ou à son agglomération morphologique ; la métaphore de l'archipel urbain lui convient bien mieux. La ville serait alors composée de l'agglomération (le « continent »), qui regroupe encore aujourd'hui la majorité des ressources urbaines, et d'ilots périurbains, situés dans l'aire d'influence de l'agglomération. Sans forcement chercher à redéfinir la ville et les espaces périurbains, l'objet de ce chapitre est de répondre à deux questions [1] :

- Dans un premier temps, nous chercherons à faire ressortir des « règles globales » d'organisation spatiale des espaces périurbains. Il s'agira plus particulièrement de mettre en relation des caractéristiques d'organisation spatiale de ces espaces (intensité du phénomène de périurbanisation, portée des navettes périurbaines et concentration spatiale des actifs périurbains) avec la taille des différentes agglomérations.
- Une seconde étape de notre travail consistera à identifier et mettre en évidence les particularités locales de l'organisation périurbaine. Des pistes d'explications géographiques et historiques seront par ailleurs explorées.

Cette recherche se veut exhaustive dans l'analyse des structures périurbaines françaises. Ainsi prend-elle en compte l'ensemble des agglomérations

1. Ce chapitre reprend largement un article publié par l'auteur dans les actes du colloque ECQTG11 (Drevelle, 2011a)

de plus de 5000 emplois, c'est-à-dire les 354 pôles urbains français définis par l'Insee (dans leur définition de 1999 [2]).

2. Le choix de garder les limites d'agglomération de 1999 alors que nos données de mobilité datent de 2007 s'explique par le fait que la définition 2010 des pôles urbains a entrainé l'extension de nombreux pôles urbains en y intégrant des communes très résidentielles, ce qui n'est que de peu d'intérêt pour notre démarche. De plus le passage de la définition de 1999 à 2010 a engendré la fusion de plusieurs pôles urbains, ce qui réduit notre panel d'étude.

3.1 Définitions et indices pour définir la périurbanisation

3.1.1 Quelle définition pour le périurbain ?

Une première étape pour notre étude consiste à expliquer la manière dont nous avons défini la périurbanisation dans la première partie de cette étude, en effet, il existe un nombre important de référentiels pour étudier les phénomènes urbains et périurbains (voir figure 1.2, page 17). Les périmètres définis par l'Insee sont très intéressants dans la mesure où ils définissent des territoires clairs (ils sont d'ailleurs utilisés dans plusieurs chapitres comme territoire de référence). Toutefois le seuil de 40 % retenu et plus généralement la méthode utilisée pour construire les aires urbaines ne permettent pas de rendre compte de l'ensemble des relations entre les agglomérations et leur zone d'influence. Il apparaît donc nécessaire de mettre au point une définition plus souple de la périurbanisation, et plus exactement de l'actif périurbain.

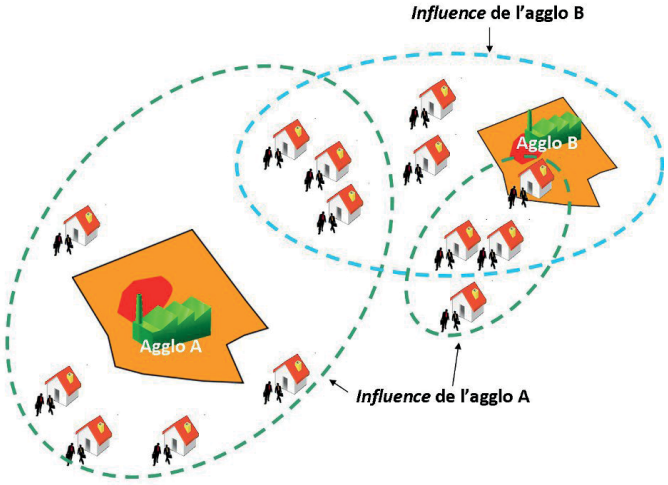
Notre définition de la périurbanisation est individu-centrée, nous n'avons pas cherché à délimiter et cartographier des couronnes ou des aires d'influences autour des agglomérations mais à prendre en compte l'ensemble des individus ayant un comportement de mobilité périurbain (du point de vue des navettes domicile-travail). Nous avons considéré comme étant un périurbain quiconque travaille dans une agglomération et vit en dehors de cette agglomération dans un rayon maximum de 100 kilomètres (seuil maximum de la mobilité locale dans les enquêtes nationales transport et déplacements). Cette définition de l'actif périurbain est très large dans la mesure où elle englobe des personnes résidant dans les espaces périurbains au sens de l'Insee, dans les espaces ruraux, mais aussi dans d'autres agglomérations (on pourrait alors parler d'actifs bi-urbains). On observe alors que, pour l'ensemble des agglomérations françaises, si environ 60 % des actifs périurbains résident au sein des couronnes périurbaines identifiées par l'Insee (50 % dans les couronnes monopolarisées), 20 % résident dans l'espace rural et ne sont donc pas pris en compte dans les études utilisant le périmètre de aires urbaines (voir tableau 3.1). De plus les bi-urbains, dont le territoire de vie est urbain mais les pratiques de mobilité plutôt périurbaines, représentent eux aussi près de 20 % des actifs étudiés. Le choix méthodologique de la définition individu-centrée (et non territoriale) du périurbain permet ainsi de prendre en compte deux fois plus d'actifs dans notre analyse ; cela correspond mieux à la réalité et au concept d'archipel démographique (Marc Wiel).

TABLEAU 3.1 – Lieu d'origine des actifs périurbains (ensemble des agglomérations françaises)

Origine des "actifs périurbains"		**Nombre**	**Part**	
Pôle urbain ("bi-urbain")		1 033 667	20 %	
Couronne périurbaine	Monopolarisée	2 646 845	50 %	62 %
	Multipolarisée	628 767	12 %	
Espace rural	Pôle d'emploi	266 049	5 %	19 %
	Autre commune	723 663	14 %	

Sources : Insee RGP 2007

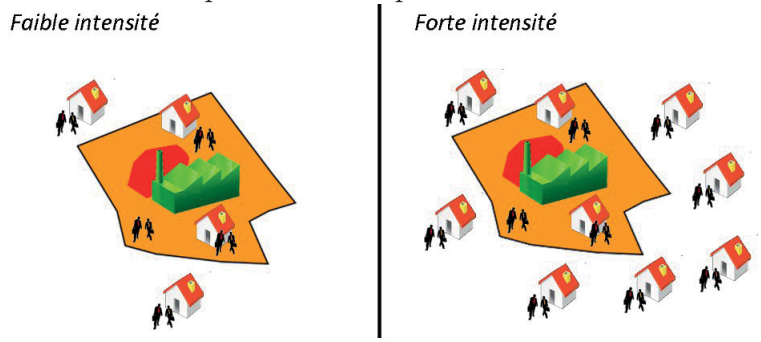
FIGURE 3.1 – Des zones d'influence qui peuvent être discontinues et se chevaucher



Les communes où résident les actifs périurbains deviennent de fait périurbaines vis-à-vis de l'agglomération considérée ou, pour utiliser une dénomination moins ambiguë, sont influencées par cette agglomération. De part notre définition individu-centrée du périurbain, la zones influencée par une agglomération n'est donc pas nécessairement continue ; et une commune peut être influencée par plusieurs agglomérations (voir figure 3.1).

Dans cette étude, l'identification des actifs périurbains est réalisée grâce au fichier individualisé des migrations domicile-travail, issu du recensement de la population Insee de 2007. Conformément à notre définition du périurbain, nous n'avons étudié que les migrations à destination des agglomérations (telles que définies par l'Insee en 1999). Cela se justifie par le fait que les pôles urbains polarisent encore la majorité des emplois en France. Toutefois nous gardons à l'esprit le dynamisme économique des espaces dits périurbains (Beaucire et

FIGURE 3.2 – Représentation spatiale de l'indice d'intensité



Chalonge, 2011) et l'existence de pôles d'emplois dans ces territoires.

3.1.2 Des indices pour qualifier la périurbanisation

Notre analyse se fonde sur l'utilisation de trois indices : un indice d'intensité de la périurbanisation, un indice de portée des navettes et un indice de concentration des périurbains.

Indice d'intensité de la périurbanisation (I)

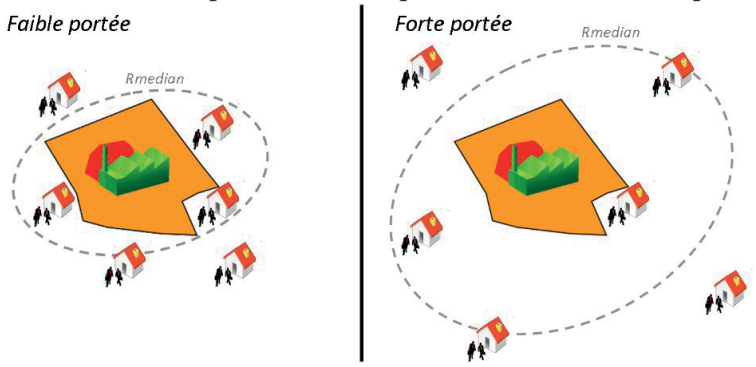
L'indice d'intensité de la périurbanisation a pour objectif de quantifier la proportion des actifs périurbains parmi les actifs travaillant dans une agglomération (figure 3.2). Il est calculé en divisant le nombre d'actifs travaillant dans l'agglomération et résidant en dehors de celle-ci par le nombre total d'emplois de l'agglomération. Il est exprimé en pourcentage.

Indice de portée de la périurbanisation (R)

L'indice de portée permet de mesurer la distance entre les actifs périurbains et leur emploi et, par extension, d'estimer la taille de l'aire d'influence de l'agglomération (figure 3.3). Il est calculé à partir de la longueur des navettes domicile-travail. Ces longueurs sont mesurées, pour chaque actif périurbain, en distance euclidienne entre la mairie de la commune de résidence et la mairie de la commune de travail. L'indice de portée se décline en trois valeurs : la longueur médiane des navettes périurbaines à destination de l'agglomération (Rmedian), ainsi que le premier quartile (RQ1) et le troisième quartile (RQ3) de la longueur de ces navettes.

Le fait d'utiliser la longueur médiane des navettes au lieu de la moyenne se justifie par le fait que la longueur moyenne des navettes tend à être biaisée par

FIGURE 3.3 – Représentation spatiale de l'indice de portée



les actifs résidant à presque 100 kilomètres de leur lieu de travail[3]. De plus, la médiane, qui donne le même poids à chaque actif, permet d'atténuer l'incertitude sur le fait que les actifs qui résident loin de leur lieu de travail peuvent être des navetteurs quotidiens ou des bi-résidents (des actifs qui possèdent un pied-à-terre près de leur lieu de travail et ne font donc pas plusieurs fois par semaine la navette entre leur résidence principale et leur lieu de travail).

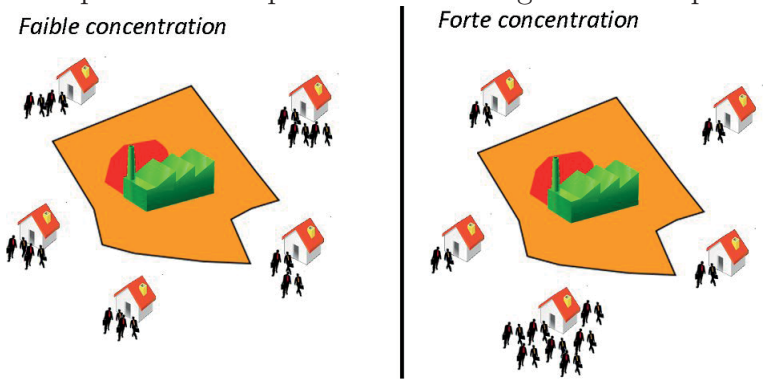
Indice d'hétérogénéité de la périurbanisation (H)

L'indice d'hétérogénéité de la périurbanisation a pour objectif d'évaluer si les périurbains sont concentrés dans un nombre réduit de communes ou s'ils se répartissent de manière plus homogène sur l'ensemble des communes influencées par l'agglomération (figure 3.4). Cet indice utilise le coefficient de Gini, mettant en relation le nombre d'actifs périurbains et le nombre de communes. Il mesure donc les inégalités de répartition des actifs périurbains dans les communes influencées. Plus l'indice est proche de 1, plus la répartition des actifs périurbains est inégale et hétérogène ; en d'autres termes, plus ils sont concentrés dans un nombre réduit de communes. Au contraire, plus l'indice est faible, plus la répartition des actifs périurbains est homogène, et par conséquent, plus les actifs périurbains sont également répartis sur l'ensemble des municipalités influencées.

L'indice d'hétérogénéité de la périurbanisation (coefficient de Gini) sera par

3. La moyenne est sensible aux valeurs extrêmes, dans notre cas, elle donne plus d'importance aux actifs résidant loin de leur lieu de travail. Ainsi, un actif résidant à 99 kilomètres de son travail influera fortement sur la moyenne (en l'augmentant) alors qu'un actif résidant à 101 kilomètres de son travail sera écarté de l'analyse (à cause du seuil de 100 kilomètres). Ce phénomène peut causer des disparités non justifiées entre aires urbaines. La médiane permet d'éviter, ou du moins d'atténuer fortement, ces effets de bordure.

FIGURE 3.4 – Représentation spatiale de d'hétérogénéité de la périurbanisation



ailleurs complété par une série d'indicateurs mesurant la part des communes influencées nécessaires pour concentrer respectivement 25 %, 50 % et 75 % des actifs périurbains.

Ces indices calculent les égalités ou inégalités de répartition de la population des ilots de périurbanisation pour une intensité et une portée donnée. Ils n'ont pas vocation à renseigner sur la structure granulométrique des ilots de périurbanisation ni sur le degré de mitage ou de dispersion des espaces périurbains. Des analyses approfondies sur ces deux points sont présentées dans le chapitre 4.

3.2 Modélisation statistique de la périurbanisation et présentation des effets régionaux

La première hypothèse de ce travail est que l'on peut mettre en relation les différentes caractéristiques de la périurbanisation avec la taille des agglomérations. Nous avons donc réalisé plusieurs régressions mettant en relation les trois indices précédemment présentés et la population des 354 agglomérations françaises. Le choix de la population comme critère de taille permet de mobiliser un référentiel connu. Nous aurions aussi pu prendre comme critère de taille le nombre d'emplois des différentes agglomérations, ce qui aurait paru relativement logique compte tenu sur sujet de l'étude. Toutefois, comme la population et le nombre d'emplois des agglomérations sont fortement corrélés ($R^2 = 0,995$), les résultats sont très proches que l'on prenne un critère de taille ou l'autre, avec parfois des ajustements légèrement meilleurs avec la population et d'autres fois des ajustements légèrement meilleurs avec le nombre d'emplois.

De manière générale, les résultats des régressions statistiques sont relativement bons, avec des coefficients de détermination (R^2) se situant autour de 0,5. Cela veut dire qu'environ 50 % de la variation de valeur de nos indices s'explique par les variations de population des agglomérations françaises. Si ces modèles sont d'assez bonne qualité, leur R^2 autour de 0,5 laisse une marge intéressante pour l'analyse des résidus. Nous avons donc calculé et cartographié les différents résidus afin de chercher à mettre en évidence un certain nombre de phénomènes locaux, indépendamment de la taille des agglomérations.

La représentation cartographique des résidus du modèle superpose deux informations :

- *Une information ponctuelle des résidus* est proposée, elle permet de situer l'ensemble des agglomérations par rapport au modèle. Le figuré est blanc si l'agglomération est conforme au modèle (résidu standardisé compris entre -1 et 1). Si le résidu standardisé est supérieur à 1, l'agglomération est représentée en rouge ; s'il est inférieur à -1, l'agglomération est représentée en bleu. Cette représentation ponctuelle permet de repérer rapidement les agglomérations qui s'écartent fortement du modèle.
- *Une information de surface* est aussi proposée, elle permet de définir des zones où les indices sont sur/sous-estimés par le modèle. Cette représentation surfacique est obtenue en utilisant une fonction de lissage qui permet de passer d'une information ponctuelle à une information surfacique. La fonction dilue la valeur ponctuelle du résidu sur une surface

située dans un rayon de 100 kilomètres autour du centre de l'agglomération. Si un point du territoire est situé à moins de 100 kilomètres de plusieurs agglomérations, les résidus des différentes agglomérations s'additionnent.

3.2.1 L'intensité de la périurbanisation diminue avec la taille de l'agglomération

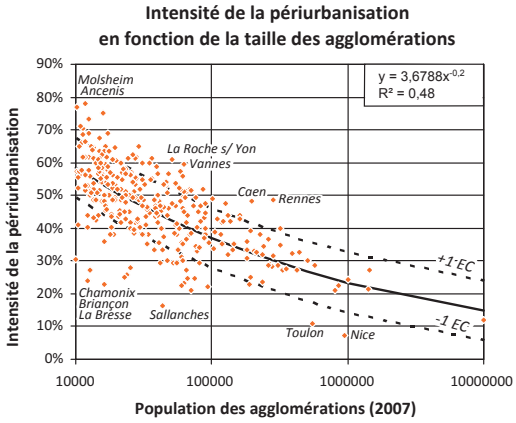
Des périurbains plus nombreux dans les grandes agglomérations mais avec un poids moindre

Le premier résultat de cette analyse statistique est assez surprenant : l'intensité de la périurbanisation tend à diminuer avec la taille de l'agglomération. En effet, la droite de régression, qui prend la forme d'une fonction puissance (ou log-log) montre une intensité de la périurbanisation beaucoup plus importante dans les petites agglomérations que dans les plus grandes. L'intensité de la périurbanisation est en moyenne de 52 % dans les agglomérations de moins de 50 000 habitants, cela veut dire que 52 % des emplois présents dans ces agglomérations sont pourvus par des actifs résidant en dehors de ces agglomérations. Cette intensité diminue au fur et à mesure que l'on monte dans la hiérarchie urbaine : 42 % en moyenne pour les agglomérations de 50 000 à 100 000 habitants, 36 % pour les agglomérations de 100 000 à 500 000 habitants, 21 % pour les agglomérations de plus de 500 000 habitants (hors Paris), 12 % pour l'agglomération parisienne (figure 3.5).

Ce phénomène pourrait s'expliquer de manière non exhaustive par deux facteurs. Premièrement, le maintien d'une forte attractivité résidentielle dans les espaces centraux des grandes agglomérations grâce à une bonne offre de services (que l'on ne retrouve pas dans les agglomérations plus petites). Deuxièmement, la superficie et les problèmes de congestions routières des grandes agglomérations rendent plus difficile de concilier une localisation résidentielle périurbaine avec un budget-temps transport réduit. Toutefois, il ne faut pas conclure de cette analyse que la périurbanisation est un phénomène marginal dans les grandes villes. En effet, si le pourcentage d'actifs périurbains est plus faible à mesure que l'on s'élève dans la hiérarchie urbaine, leur nombre croit proportionnellement avec la taille de l'agglomération. Un modèle statistique liant le nombre d'actifs périurbain en fonction de la population de l'agglomération [4] montre, qu'en moyenne et en partant d'un stock initial de 5 738 actifs

4. Ce modèle linéaire ne prend pas en compte Paris, en effet lorsque la population n'est pas exprimée en valeur logarithmique, la position exceptionnelle de Paris (10 millions d'ha-

FIGURE 3.5 – Intensité de la périurbanisation en fonction de la taille de l'agglomération



Indicateur	**Modèle statistique**	R^2 **ajusté**
Intensité	I = 3,76662x-0,19951	0,4858 ***
Nombre d'actifs périurbains (sans Paris)	NActifsPeri = 0,099x + 5766,1	0,7835 ***

périurbains, on compte un actif périurbain supplémentaire à chaque fois que l'agglomération gagne 10 habitants (tableau de la figure 3.5). Ainsi, malgré une intensité moindre, le nombre d'actifs périurbains dans les grandes agglomérations françaises se comptent en dizaines ou centaines de milliers.

Analyse des résidus : une intensité plus importante dans le quart Nord-ouest

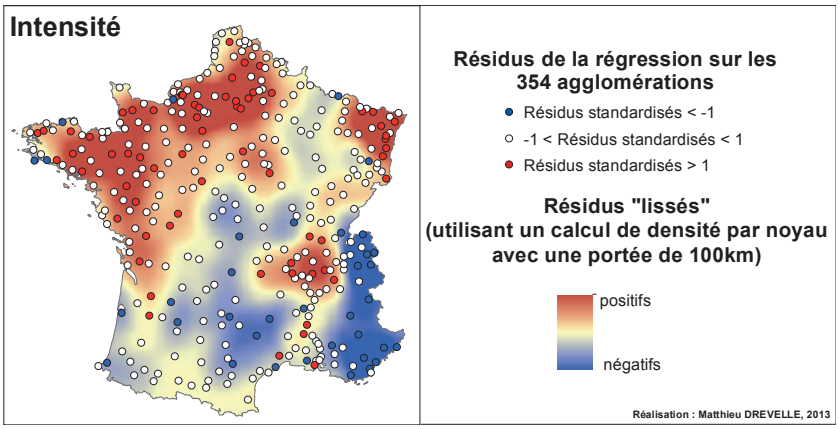
Une première analyse de la cartographie des résidus (figure 3.6) permet d'observer que l'intensité de la périurbanisation est plus importante dans le quart Nord-ouest de la France (surtout dans les régions Picardie, Normandie, Bretagne et Pays de Loire), et le long d'un axe courant du Nord-est de l'Alsace-Lorraine à la vallée du Rhône. À l'inverse, l'intensité de la périurbanisation est moindre le long de la diagonale du vide et dans le massif des Alpes.

Neuf grandes agglomérations (de plus de 100 000 habitants) ont un comportement singulier par rapport au modèle : dans toutes ces agglomérations, l'intensité réelle de la périurbanisation est supérieure (ou inférieure) d'au minimum 10 points par rapport au modèle[5]. On note que la quasi-totalité des

bitant) fausse fortement le modèle (la régression linéaire et le coefficient de Pearson étant très sensible à ce type de points).

5. Ce seuil de 10 points correspond à un résidu standardisé d'au moins 1 (ou -1).

FIGURE 3.6 – Localisation des résidus de la régression sur l'intensité de la périurbanisation



agglomérations où l'intensité de la périurbanisation est significativement plus importante que la prévision du modèle se trouve dans un quart Nord-ouest de la France : Rennes (+19 points), Caen (+16 points), Creil (+12 points), Poitiers (+12 points), Amiens (+10 points). Seule Montpellier (+10 points) fait exception. L'intensité réelle de la périurbanisation est par contre inférieure d'au moins 10 points par rapport au modèle dans les grandes villes côtières du sud de Pays : Nice (-16 points), Toulon (-16 points) et Bayonne (-10 points).

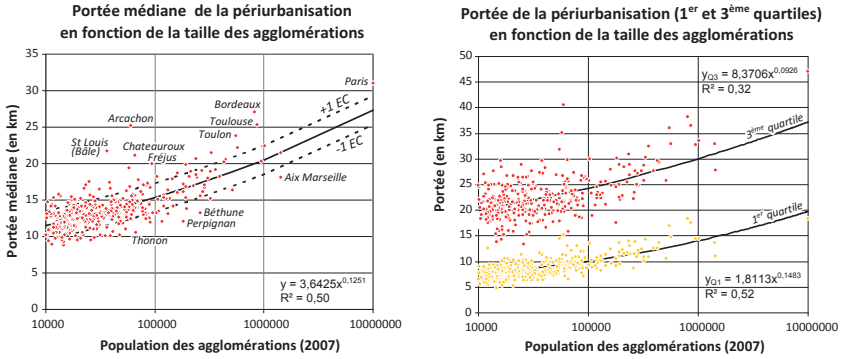
Si on considère l'ensemble des agglomérations, on observe que Molsheim (+21 points), Vannes (+19) et la Roche-sur-Yon (+19) ont une intensité très nettement supérieure au modèle. Les agglomérations où l'intensité réelle de la périurbanisation est fortement inférieure au modèle se situent dans les massifs des Alpes ou des Vosges : Sallanches (-27 points), Bourg-Saint-Maurice (-28 points), Bresse, (- 29) Briançon (- 30), Chamonix-Mont-Blanc (- 33 points).

3.2.2 La portée des navettes domicile-travail s'allonge avec la taille de l'agglomération

Analyse de l'ensemble des agglomérations

Le deuxième résultat de notre analyse statistique met en évidence un allongement des distances de navettage à mesure que l'on remonte dans la hiérarchie urbaine. Ces résultats sont logiques et cohérents avec les lois géographiques, notamment avec le principe de modèle gravitaire. On observe ainsi une augmentation de la portée de la périurbanisation, quelque soit le seuil retenu (1er quartile, médiane, 3ème quartile) corrélée avec l'augmentation de la taille des

FIGURE 3.7 – Porté de la périurbanisation en fonction de la taille de l'agglomération



Indicateur	**Modèle statistique**	R^2 **ajusté**
Portée (1er quartile)	RQ1 = 1,8116x0,1483	0,5208 ***
Portée (médiane)	Rmedian = 3,6425x0,125	0,5026 ***
Portée (3ème quartile)	RQ3 = 8,3706x0,0926	0,3223 ***
Nombre de communes influencées	N = 4,2939x0,3901	0,78 ***

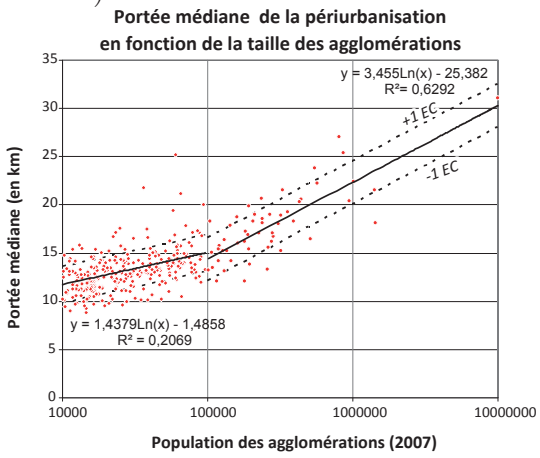
agglomérations. Ainsi, si en moyenne, une agglomération de 20 000 habitants concentre 50 % de ses actifs périurbains dans un rayon inférieur à 13 kilomètres, la portée médiane de la périurbanisation est de 16 kilomètres pour une agglomération de 100 000 habitants et de plus de 20 kilomètres pour une agglomération de 1 000 000 habitants (figure 3.7).

Le coefficient interquartile (qui est en moyenne de 2,6) reste quant à lui relativement constant quelque soit la taille de l'agglomération. En d'autres termes la portée nécessaire pour concentrer 75 % des actifs périurbains est en moyenne 2,6 fois supérieure à celle nécessaire pour concentrer 25 % des actifs périurbains.

À partir des résultats des trois régressions il est possible de construire un abaque qui permet de prédire, en fonction de la taille de l'agglomération, le rayon à l'intérieur duquel on a une forte probabilité de concentrer respectivement 25, 50 et 75 % des actifs périurbains. Nos résultats sont par ailleurs confirmés par une analyse statistique complémentaire qui met en évidence une croissance (suivant une loi de Puissance) du nombre de communes influencées par une agglomération à mesure que l'on s'élève dans la hiérarchie urbaine. En moyenne une agglomération de 20 000 habitants attire des périurbains provenant d'environ 200 communes différentes [6] tandis que la taille de l'aire d'in-

6. Ce chiffre peut apparaître comme très important mais inclus un grand nombre de

FIGURE 3.8 – Porté de médiane la périurbanisation en fonction de la taille de l'agglomération (2 droites)



fluence d'une agglomération de 1 000 000 habitants est d'environ 1 000 communes. L'agglomération parisienne, quant à elle, attire des actifs périurbains venant de presque 3 000 communes différentes.

Décomposition de la régression en deux droites

Si ce modèle global de portée de la périurbanisation est intéressant dans la mesure où il prend en compte l'ensemble des agglomérations françaises, on observe pour la portée médiane et surtout pour le troisième quartile une rupture de pente dans le nuage de point à partir d'un seuil de 100 000 habitants. Cette rupture de pente n'étant que peu prise en compte par nos modèles statistiques, cela conduit à une sous estimation presque systématique de la portée de la périurbanisation des grandes agglomérations (>500 000 habitants). Nous proposons donc de décomposer la modélisation statistique de la portée de la périurbanisation en deux modèles : un pour les agglomérations de moins de 100 000 habitants et un pour les agglomérations de plus de 100 000 habitants (figure 3.8).

En comparant la qualité des différents modèles, on observe que le modèle est bon pour les agglomérations de plus de 100 000 habitants, avec un coefficient de détermination (R^2) supérieur à 0,60. Cela signifie que dans les grandes

communes n'envoyant qu'un seul actif dans l'agglomération. À titre de comparaison, si en moyenne, l'ensemble actifs périurbains d'une agglomération de 20 000 habitants résident dans 200 communes différentes, il ne faut que 44 communes pour concentrer 75 % des actifs périurbains ; 16 communes pour 50 % des actifs périurbains et 5 communes pour regrouper 25 % des actifs périurbains.

agglomérations, plus de 50 % de la variation des portées de navettes périurbaines peut être expliquée par la population de l'agglomération. La qualité du modèle est moins bonne pour les agglomérations de moins de 100 000 habitants, cependant, les résultats restent signification au seuil de 1 %, ce qui veut dire que le lien entre taille de l'agglomération et portée de la périurbanisation est aussi vérifié dans les petites agglomérations.

Ce modèle à deux droites permet de corriger les estimations de la portée médiane des agglomérations de 1 000 000 habitants à un peu plus de 22 kilomètres (contre 20 kilomètres pour le modèle à une droite). Ce second modèle apporte surtout une bien meilleure estimation de la portée médiane de l'agglomération parisienne : 30,2 kilomètres, soit un chiffre proche des 31 kilomètres réellement observés (contre 27 kilomètres pour le modèle à une droite). Toutefois, il nous parait délicat de réaliser l'analyse des résidus sur ce modèle à deux droites, nous utiliserons donc le modèle à une droite, tout en ayant conscience du léger biais pour les grandes agglomérations.

Analyse des résidus : des effets régionaux moins clairs mais présents

Les résidus de la régression de la portée médiane de la périurbanisation possèdent une structure spatiale moins claire que ceux de l'intensité. Toutefois, on peut noter une portée plus faible en Basse Normandie, dans le Nord-Pas de Calais, à la frontière Nord-est, en Rhône-Alpes et dans le Languedoc. La portée périurbaine est en revanche plus importante dans le Sud-ouest ainsi que dans les vallées de la Marne, de la Seine et de la Loire (figure 3.9).

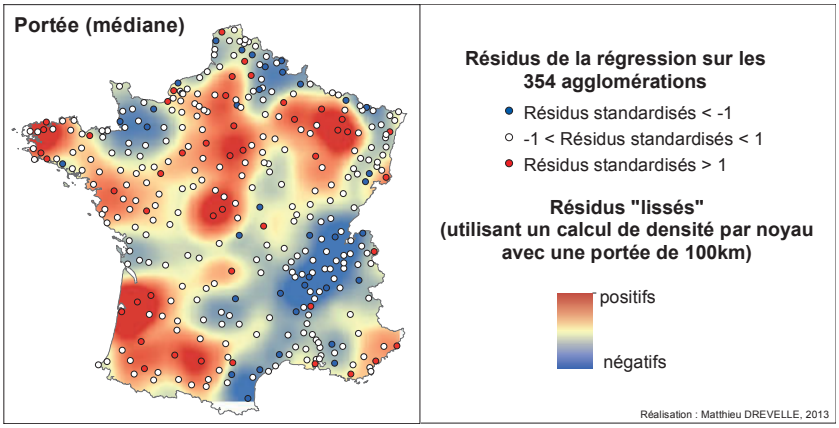
Plus d'une vingtaine de grandes agglomérations de plus de 100 000 habitants ont un comportement singulier par rapport au modèle (écart à la droite supérieur à un écart type). La localisation de ces agglomérations est cohérente avec les tendances générales identifiées précédemment.

3.2.3 Une hétérogénéité croissante avec la taille des agglomérations

Un indice d'hétérogénéité de la périurbanisation qui tend à croitre avec la population de l'agglomération

La troisième analyse statistique apporte elle aussi un résultat intéressant, on observe que la répartition des actifs périurbains est plus hétérogène dans les grandes agglomérations que dans les plus petites. L'analyse de l'indice de portée de la périurbanisation a montré que la zone d'influence d'une agglomération croit avec sa population. Toutefois le résultat de la régression sur l'indice

FIGURE 3.9 – Localisation des résidus de la portée médiane de la périurbanisation

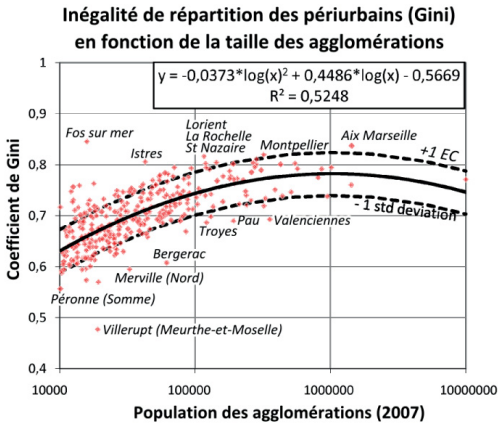


d'hétérogénéité de la périurbanisation montre que les actifs périurbains sont relativement plus « concentrés » dans les couronnes des grandes agglomérations que dans celles des plus petites. Ainsi, dans les agglomérations de moins de 50 000 habitants, il faut en moyenne respectivement 8,3 % et 21,9 % des communes attirées pour concentrer 50 % et 75 % des actifs périurbains. Dans les agglomérations de plus de 500 000 habitants, il en faut respectivement 5,2 % et 13,7 %.

Les régressions réalisées avec l'indice d'hétérogénéité de la périurbanisation (utilisant le coefficient de Gini) mettent en évidence les mêmes résultats. On observe un indice plus élevé dans les couronnes des grandes agglomérations. Cela veut dire que, relativement à la taille de la couronne (dans la mesure où les couronnes des grandes agglomérations sont beaucoup plus vastes que celles des petites agglomérations), les périurbain des grandes agglomérations sont davantage concentrés dans un faible nombre de communes que ceux des petites agglomérations (qui se répartissent de manière plus homogène).

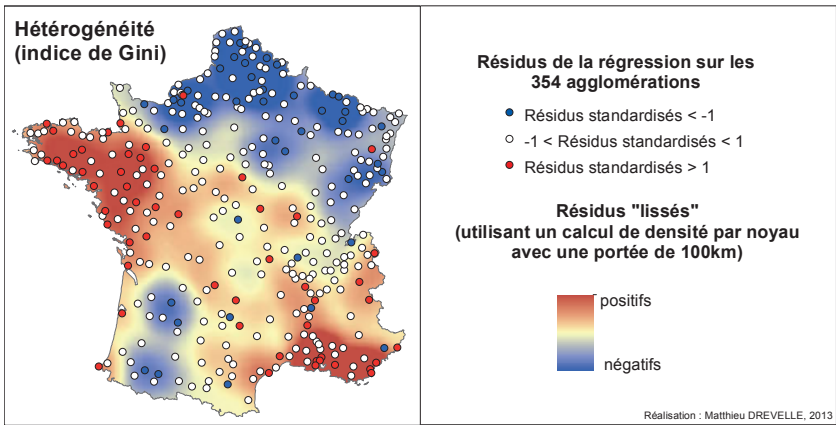
On observe par ailleurs que le phénomène de plus forte hétérogénéité périurbaine dans les grandes agglomérations rencontre un plafond à partir d'un seuil de 500 000–1 000 000 habitants, au-delà duquel elle ne progresse plus. Ainsi Paris n'a pas un indice de d'hétérogénéité supérieur à celui des autres agglomérations de plus de 500 000 habitants. Le modèle statistique donnant le meilleur résultat n'est d'ailleurs pas le modèle logarithmique mais un modèle polynomial (avec une courbe d'apparence parabolique – figure 3.10) dans lequel l'indice d'hétérogénéité tend à décliner à partir d'un million d'habitants. C'est cette courbe que nous utilisons pour l'analyse de résidus.

FIGURE 3.10 – Inégalité de répartition des périurbains en fonction de la taille de l'agglomération



Indicateur	Modèle statistique	R^2 ajusté
Inégalité de répartition (Coefficient de Gini)	HGini = -0,0373*log(x)2 + 0,4486*log(x) - 0,5669	0,5248 ***
% de communes influencées nécessaire pour concentrer :		
25 % des actifs périurbains	HQ1= 0,1623x-0,1838	0,3183 ***
50 % des actifs périurbains	HMédiane= 0,3915x-0,1615	0,3615 ***
75 % des actifs périurbains	HQ3= 0,9595x-0,1531	0,3965 ***

FIGURE 3.11 – Localisation des résidus de la régression sur l'hétérogénéité de la périurbanisation



Analyse des résidus : une répartition plus homogène des périurbains au Nord et à l'Est

L'analyse de la cartographie des résidus (figure 3.11) permet d'observer que les inégalités de répartition des actifs périurbains sont plus importantes le long d'une diagonale courant de la Bretagne à la côte méditerranéenne. À l'inverse, les actifs périurbains semblent répartis de manière plus homogène au sein des communes attirées par l'agglomération dans le Nord et l'Est de la France ainsi que dans le Sud-ouest. Une quinzaine grandes agglomérations (de plus de 100 000 habitants) ont un comportement singulier par rapport au modèle (écart à la droite supérieur à un écart type). Toutes les agglomérations où les inégalités de répartition des périurbains sont significativement plus importantes que la prévision du modèle (et qui présentent donc une plus forte hétérogénéité de la périurbanisation) se trouvent dans la diagonale identifiées : Saint-Etienne, Valence, Montpellier, Saint-Nazaire, La Rochelle, Marseille-Aix-en-Provence, Lorient. Les inégalités de répartition des périurbains sont inférieures aux prévisions du modèle essentiellement dans les grandes villes du Nord, de l'Est et du Sud-ouest : Valenciennes, Pau, Annemasse, Troyes, Metz, Mulhouse, Reims. Seule Nice fait figure d'exception.

3.3 Analyse exploratoire des déterminants des particularités locales

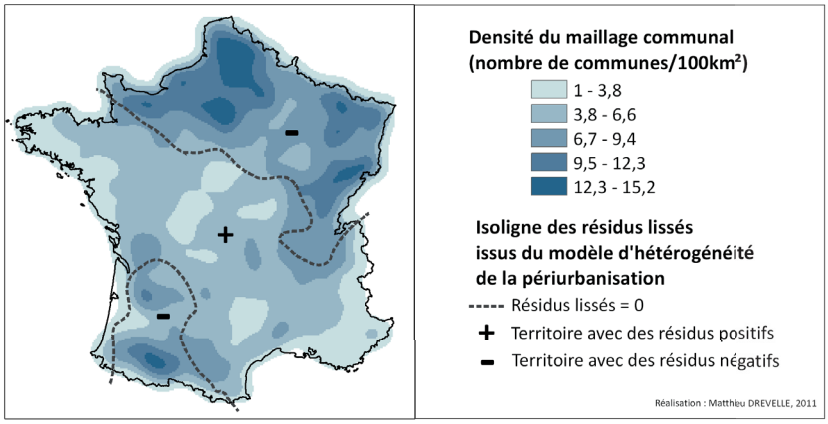
La cartographie des résidus ayant montré une certaine organisation régionale dans la surévaluation ou sous-évaluation des différents indicateurs caractérisant la périurbanisation, il nous semble intéressant, à titre exploratoire, de chercher certains facteurs explicatifs de cette répartition. Cette approche reste assez globalisante (il ne s'agit pas ici d'étudier précisément chaque cas particulier), elle a pour but de donner quelques clefs de compréhension des différences d'organisation entre les régions. Les résultats apportés assument totalement leur coté exploratoire et n'ont pas vocation à être érigés en « lois géographiques ». Ils n'en restent pas moins intéressants dans notre exercice de compréhension des invariants et des différences dans l'organisation périurbaine française.

3.3.1 Indice d'hétérogénéité de la périurbanisation et irrégularité du maillage communal français

La cartographie des résidus de l'indice d'hétérogénéité de la périurbanisation a mis en évidence une structure géographique claire avec une hétérogénéité plus forte de la Bretagne à la côte méditerranéenne et plus faible au Nord-est et au Sud-ouest. Cette organisation géographique fait apparaître un problème d'irrégularité du maillage sur lequel cet indice est construit. L'indice d'hétérogénéité est en effet bâti sur la mesure de l'inégale répartition des périurbains dans un maillage communal ; or la superficie des communes françaises est irrégulière, ce qui pourrait introduire un biais dans l'indice.

Ainsi, lorsque l'on compare la cartographie des résidus du modèle statistique avec la densité du maillage municipal français (en nombre de communes pour 100 km^2), le constat est frappant : la relation entre la densité du maillage municipal et les résidus de la régression est très significative (R^2=0,40). L'hétérogénéité périurbaine est supérieure aux estimations du modèle dans les zones où les communes sont plus étendues (donc avec une densité de communes moindre) et inversement dans les zones où les communes sont de petite taille (figure 3.12). Ce résultat mène à un double constat et surtout, à une double interrogation. La première consiste à supposer l'existence d'une France des petites communes plus favorable à une implantation homogène des actifs périurbains dans les couronnes (et donc à l'éparpillement des périurbains dans les différents villages de ces couronnes) et une France des grandes communes

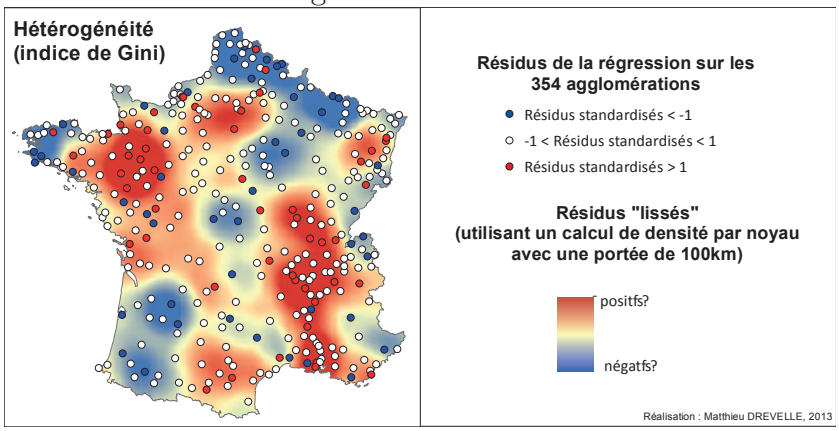
FIGURE 3.12 – Densité du maillage communal et hétérogénéité de la périurbanisation



plus propice à une concentration des périurbains dans un nombre plus restreint de communes-pôles. La validation de cette hypothèse nécessiterait notamment l'analyse approfondie de documents de planification intercommunaux (SCOT, PLU intercommunal...) pour comprendre les logique d'accueil des périurbains dans les différents territoires.

La seconde hypothèse serait que notre indice d'hétérogénéité de la périurbanisation possède une sensibilité forte à la variation de taille des communes. Cette hypothèse met en cause l'utilisation du maillage communal pour évaluer les inégalités de répartition des périurbains. L'influence de la taille du maillage sur les résultats statistiques est en effet un problème connu des géographes, il peut être résolu en utilisant un maillage régulier (carroyage). Toutefois, la précision de localisation de nos données ne nous permet pas d'utiliser un carroyage sans soulever d'autres problèmes (comment répartir les actifs périurbains dans les carreaux en restant conforme à la réalité). Afin de tester cette hypothèse, nous avons donc choisi d'intégrer le paramètre « densité du maillage municipal » dans notre modèle statistique afin de neutraliser l'effet « taille des communes ». Ce nouveau paramètre accroit significativement la précision du modèle d'hétérogénéité périurbaine (R^2=0,743). La cartographie de ses résidus met par ailleurs en évidence une nouvelle organisation géographique : l'hétérogénéité périurbaine serait alors plus forte dans les vallées de la Seine, de l'Oise, du Rhône, dans les Pays-de-Loire et dans les Vosges. Les vallées, qui canalisent l'urbanisation le long d'un axe, pourraient donc être un facteur explicatif d'une plus grande concentration des périurbains (figure 3.13).

FIGURE 3.13 – Résidus de la régression de l'indice d'hétérogénéité en prenant en compte la densité du maillage communal



3.3.2 Portée de la périurbanisation et concurrence entre les agglomérations

L'irrégularité du maillage communal ne semble pas avoir d'impact significatif sur les résidus du modèle statistique de portée de la périurbanisation (R^2=0,002), à l'exception sans doute du bassin d'Arcachon où la très grande taille des communes (plus de 10 fois la taille moyenne des communes françaises) influe sur les distances domicile–travail.

Nous avons donc cherché à confronter nos résultats avec la loi de Reilly. Cette loi, fondée sur un modèle gravitaire, permet d'estimer les zones de chalandise (ici les aires d'influences) des différentes villes en fonction de leur poids et de leur distance les unes avec les autres. Selon cette loi, dans les zones où les agglomérations sont proches les unes des autres, les aires d'influences entrent en concurrence et sont donc moins étendues. Au contraire, dans les zones où les agglomérations sont éloignées les unes des autres, les aires d'influences peuvent être beaucoup plus larges (voir encadré 3.2).

La confrontation entre la carte des résidus du modèle statistique de portée de la périurbanisation et celle de la densité du système urbain (nombre d'agglomérations/10 000 km^2) donne des résultats intéressants. Ainsi, dans la majorité des zones ayant une forte densité d'agglomérations (Nord-Pas-de-Calais, Alsace, Lorraine, Vallée du Rhône) on observe une portée de la périurbanisation moindre par rapport au modèle. Le Sud-ouest de la France, où les agglomérations sont plus dispersées est marqué par une portée plus importante de la périurbanisation. On observe toutefois un certain nombre d'exceptions. Ainsi, la Haute-Normandie, garde une portée de la périurbanisation importante mal-

FIGURE 3.14 – Densité du système urbain et portée de la périurbanisation

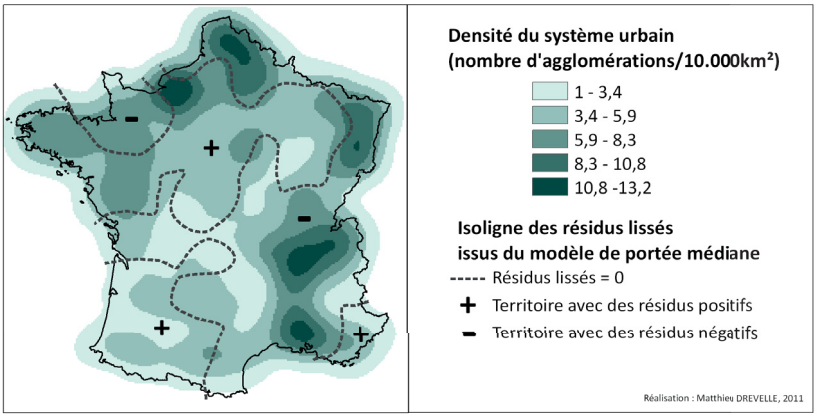
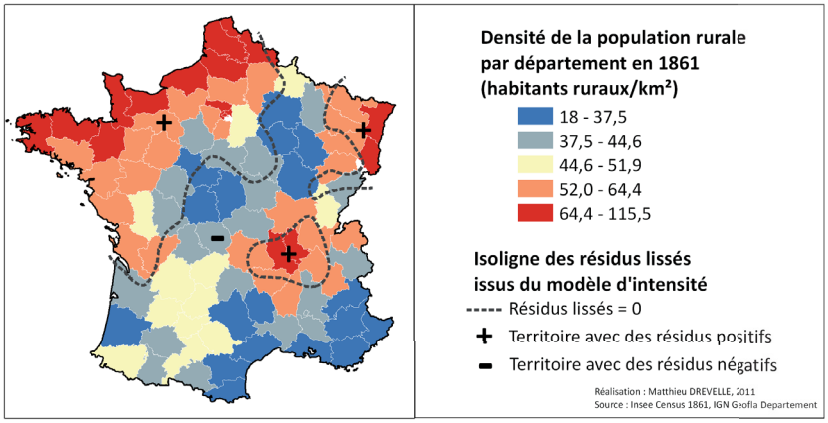


FIGURE 3.15 – Densité rurale en 1861 et intensité de la périurbanisation



gré un système urbain dense (figure 3.14).

3.3.3 Intensité de la périurbanisation et tradition rurale des territoires

La cartographie des résidus du modèle statistique d'intensité de la périurbanisation fait également apparaître une structure géographique marquée. Nous avons cherché à mettre en relation les différences d'intensité de périurbanisation avec ce que l'on pourrait appeler une tradition rurale des territoires. Pour évaluer cette tradition rurale, nous avons étudié les densités rurales en France avant le phénomène d'exode rural. À cette fin, nous avons utilisé les données du recensement de 1861 qui donne au niveau départemental la densité

de population rurale[7]. La comparaison de cette carte des densités rurales en 1861 avec notre carte des résidus du modèle d'intensité de la périurbanisation est assez édifiante : l'intensité de la périurbanisation tend à être supérieure au modèle dans les territoires ayant historiquement une forte densité rurale. À l'inverse, les départements avec des campagnes peu densément peuplées au XIX^e^ siècle ont une intensité périurbaine moindre (figure 3.15).

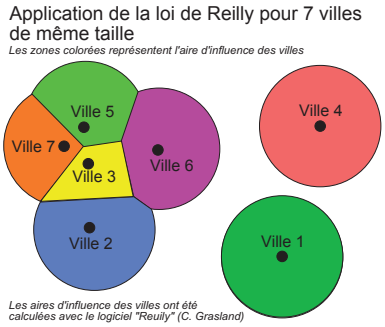
Cette comparaison met en évidence un rapprochement entre une tradition rurale ancienne des territoires et la propension des actifs à s'installer dans des localisations périurbaines. Si cela ne suffit évidement pas à prouver un lien de cause à effet, cette analyse permet toutefois de poser la question de la résilience dans la localisation des hommes sur le territoire.

7. Le choix de la date de 1861 s'explique par le fait qu'il s'agit du recensement disponible le plus proche du maximum de population rurale couvrant la quasi-totalité du territoire métropolitain actuel (annexion de Nice et de la Savoie en 1860) et pour lequel l'information de densité rurale est disponible.

ENCADRÉ 3.2 – La loi de Reilly

Le modèle de Reilly est basé sur la théorie des modèles gravitaires de flux. Pour Reilly, la force d'attraction exercée par une ville j sur un lieu i est proportionnelle à sa taille (M_j) et inversement proportionnelle au carré de la distance (D_{ij}) qui sépare i et j.
Il est alors possible de calculer en chaque point du territoire quelle ville exerce l'attraction la plus forte, polarise le territoire.
On peut estimer qu'en dessous d'une certaine valeur, l'attraction de la ville peut être considérée comme nulle. L'aire d'attraction d'une ville, dans un espace sans contrainte, prend donc la forme d'un disque. Toutefois lorsque deux villes sont proches, leurs aires d'attraction entrent en concurrence et se trouvent donc réduite.
On peut observer ce phénomène sur le schéma si dessous :

– la ville 1 est éloignée des autres villes, elle peut donc étendre largement son aire d'attraction
– la ville 3 est entourée d'autres villes, son aire d'attraction entre en concurrence avec celles des autres villes et s'en trouve donc réduite.



3.4 Conclusion : Une logique périurbaine avec des nuances d'expression sur le territoire

Notre rapide étude de l'organisation spatiale des espaces périurbains en France a permis de mettre en évidence deux conclusions qui visent à nuancer l'image de la périurbanisation comme étant un phénomène totalement standardisé et déconnecté de la géographie.

Premièrement, notre travail a permis de mettre en évidence une logique périurbaine statistiquement modélisable, en lien avec les populations des agglomérations. Ainsi, l'intensité relative du phénomène périurbain est plus forte dans les petites agglomérations que dans les plus grandes. Toutefois, les navettes des périurbains sont plus importantes dans les grandes agglomérations et les actifs périurbains y semblent davantage concentrés dans une petite portion de la couronnes que dans les plus petites agglomérations. L'organisation spatiale de la périurbanisation est donc fortement liée aux caractéristiques des territoires, et en l'occurrence, à la population des territoires centraux.

Deuxièmement, au-delà de cette modélisation statistique, nous avons mis en évidence un certains nombre de particularités locales dans l'implantation des actifs périurbains. La répartition spatiale des résidus des régressions faisant apparaître une certaine logique régionale, nous pouvons avancer l'hypothèse que la périurbanisation n'est pas un phénomène standardisé et répond à un certain nombre de phénomènes géographiques ou locaux qui influent sur la répartition spatiale des actifs périurbains. La recherche de ces facteurs influant l'organisation spatiale de la périurbanisation (menée ici à titre d'esquisse) mériterait d'être approfondit en mobilisant les méthodes, données et connaissances des différentes sciences s'intéressant à l'implantation spatiale des hommes et à l'organisation des sociétés (géographie, histoire, sociologie...).

Par ailleurs, il semble fort intéressant de poursuivre notre recherche de la diversité des espaces périurbains en opérant un changement d'échelle. Notre analyse, portant sur l'organisation spatiale des actifs périurbains à l'échelle des agglomérations, a permis de mesurer et d'analyser des indices généraux sur la périurbanisation en France. Il parait alors pertinent de « rentrer » à l'intérieur des couronnes pour chercher à mesurer plus finement le degré de diversification des espaces périurbains français en étudiant notamment la morphologie des ilots et la granulométrie des couronnes.

Chapitre 4

Morphologie et granulométrie des espaces périurbains

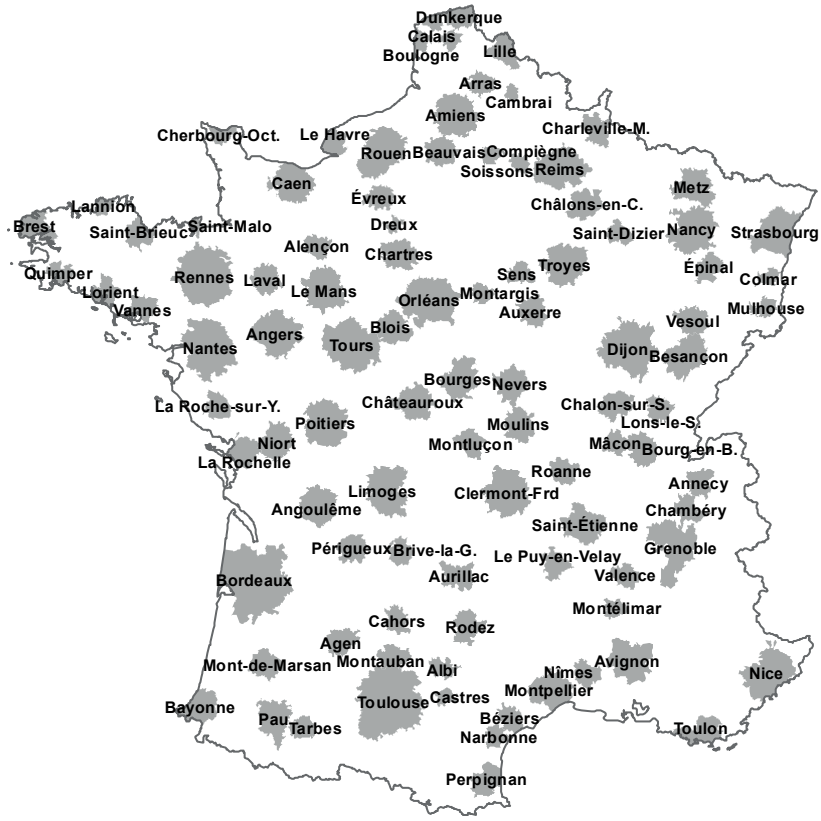
Si les logiques spatiales qui caractérisent le phénomène de périurbanisation présentent des grandes lignes directrices et une infinité de particularités locales, il en est de même des territoires qui composent la région urbaine et les zones de faible densité. En effet, ces espaces ne relèvent pas d'un modèle spatial unique. En ce qui concerne le périurbain, il existe trois grandes familles typologiques de formes : forme satellitaire, forme réticulaire, mitage (Emangard, 2008). Outre la forme, la granulométrie, c'est-à-dire la surface des ilots de peuplement périurbain, joue un rôle important dans la différenciation des territoires.

S'appuyant sur l'analyse d'une centaine de couronnes périurbaines réparties sur l'ensemble du territoire, cette partie propose une méthodologie pour définir, quantifier et analyser la diversité morphologique et granulométrique des territoires périurbains français. Le choix des aires urbaines a été présidé par une double logique de localisation géographique et de taille de l'agglomération :

- Si l'Île-de-France, par ses dynamiques singulières, est volontairement exclue de notre étude, nous avons cherché à avoir une couverture géographique du territoire français la plus complète possible. Ainsi seuls les départements de la Lozère et des Hautes-Alpes ne possèdent pas de communes entrant dans nos zones d'étude.
- En termes de taille des agglomérations retenues, nous avons exclu les très grandes agglomérations : Paris, Lyon et Marseille. Nous avons ensuite retenu les principales agglomérations françaises, tout en veillant à la répartition homogène de nos territoires d'études sur l'espace français. C'est pourquoi la plus petite aire urbaine retenue, Cahors, ne fait qu'en-

viron 45 000 habitants mais permet d'éviter un « trou » entre Toulouse et Brive-la-Gaillarde. À l'inverse certaines agglomérations relativement importantes n'ont pas été retenues car elles se situent dans des régions où nous avions déjà sélectionné plusieurs agglomérations (notamment dans le Nord et la Lorraine).

FIGURE 4.1 – Liste des aires urbaines retenues

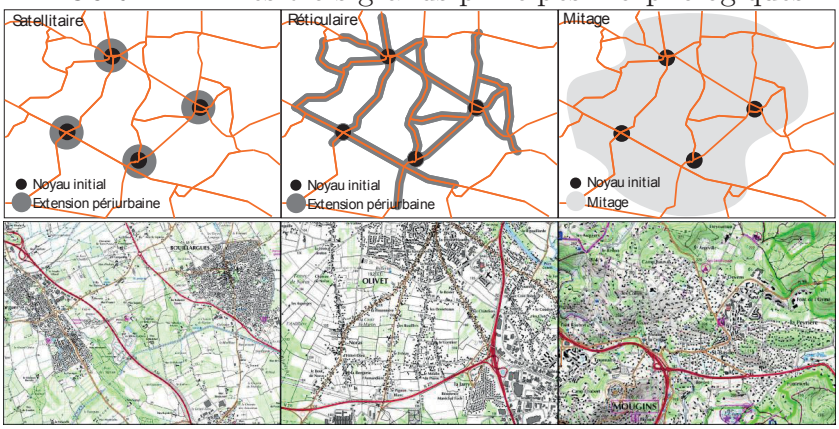


4.1 Diversité morphologique et granulométrique des couronnes périurbaines : une première approche empirique

4.1.1 Trois grandes formes théoriques

Comprendre la grande diversité des espaces périurbains nécessite, en plus d'un effort de remise en question de l'image d'un périurbain unique, reproduit à l'identique sur l'ensemble du territoire, d'adopter une démarche empirique d'observation, afin de recenser les différentes formes existantes. Certains travaux de recherche ont déjà abordé la question de la classification des espaces périurbains en grands types morphologiques. P.H. Emangard (2008) propose une typologie des périurbains en trois classes : les formes satellitaires, les formes réticulaires et les formes de mitage (figure 4.2). Cette classification, basée sur l'observation de différents territoires, repose sur le principe que les surfaces bâties périurbaines se présentent sous trois logiques spatiales différentes :

FIGURE 4.2 – Les trois grands principes morphologiques



Réalisation : M. DREVELLE, 2012 (d'après P.H. Emangard)

Une logique ponctuelle pour les formes satellitaires. Cette catégorie de forme repose sur une agrégation de l'habitat périurbain dans des ilots définis, relativement compacts et séparés les uns des autres par de larges espaces non bâtis. Dans une logique satellitaire, les extensions urbaines se font autour du centre bourg. Cette organisation peut globalement être résumée sous la forme d'un nuage de point, même si les ilots peuvent avoir des surfaces variables.

Une logique linéaire pour les formes réticulaire. Cette organisation spatiale repose sur une articulation entre habitat périurbain et réseaux linéaires

(routes, fleuves...). Ici, il est plus difficile d'identifier des ilots définis, l'urbanisation tendant à faire fusionner plusieurs ilots linéaires et non à regrouper des nouveaux bâtiments autour du centre bourg.

Une logique surfacique pour les formes de mitages. Contrairement à la logique satellitaire où les ilots sont aisément définissables, les formes périurbaines de mitage ne peuvent pas être assimilées à une représentation ponctuelle. On peut voir le mitage comme une nappe d'urbanisation peu dense répondant davantage à une logique surfacique que ponctuelle.

Ces trois grandes catégories de formes périurbaines, bien qu'établies par l'observation, s'assimilent à des formes « pures », à des situations théoriques. S'il est possible de trouver des territoires correspondant parfaitement à ces catégories, la majorité des espaces périurbains mélangent les différents types pour offrir un vaste éventail de formes hybrides. De plus, la répartition en trois grandes familles morphologiques laisse de côté les différences de granulométrie. Or la taille des ilots semble avoir un rôle important dans la différenciation des différents espaces périurbains. Il convient donc de continuer le travail d'observation en multipliant les territoires, afin de recenser de manière la plus exhaustive possible les différents types de morphologies et de granulométries périurbaines.

4.1.2 Une réalité complexe et hybride

Afin d'établir un catalogue des différentes formes périurbaines, nous avons sélectionné quinze aires urbaines de taille moyenne, réparties sur le territoire français. L'observation de cartes IGN et des photographies aériennes de ces différentes aires urbaines a permis d'identifier un nombre important de variantes de formes périurbaines (ces variantes sont présentées et illustrées en annexe A, page 347). Ce travail apporte plusieurs enseignements.

Premièrement, il démontre que les formes « pures » précédemment présentées font figure d'exception dans le paysage périurbain français, elles sont en effet peu observées dans notre échantillon d'analyse. Toutefois, malgré la grande variété de formes observées, cette répartition en trois grands types reste pertinente dans la mesure où les différents types observés résultent majoritairement de la combinaison des trois catégories morphologiques principales. On remarque en effet l'association dans plusieurs aires urbaines d'une organisation satellitaire ou réticulaire avec un mitage interstitiel ; ou encore de forme hybride entre le satellitaire et le réticulaire.

Deuxièmement, il apporte une nuance granulométrique aux trois grands types morphologiques. En effet, l'analyse des cartes et photographies aériennes

permet de différencier des types morphologiquement similaires mais qui se différencient par la taille des ilots. Cet élément nous apparaît comme particulièrement important dans la mesure où la taille des ilots a un impact sur la demande de mobilité et sur la polarisation des espaces. La variabilité granulométrique des territoires périurbains étant avérée par cette observation, il nous parait essentiel d'intégrer ce facteur dans notre analyse de la différenciation des territoires périurbains.

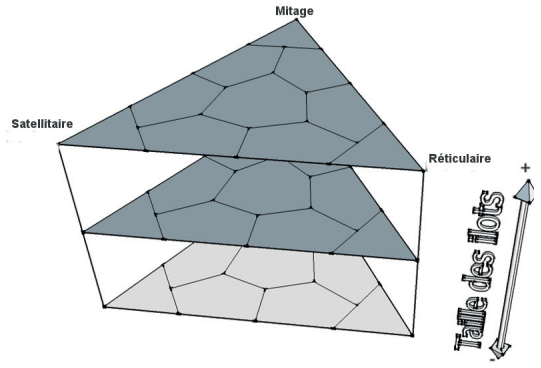
Troisièmement, il ressort de ce travail d'observation que la morphologie des territoires périurbain varie au sein même des couronnes périurbaines. Ce point est particulièrement intéressant dans la mesure où il attire notre attention sur le fait que les formes de périurbanisation varient à l'échelle du territoire national, d'une aire urbaine à l'autre, mais aussi à l'échelle locale, notamment en fonction des contraintes naturelles. Cela renforce notre hypothèse d'hybridation des différents types au sein des territoires périurbains.

Enfin, cet exercice met en évidence l'ambiguïté de la définition des formes de mitages. En effet, si le mitage peut être défini par une logique surfacique, certaines formes identifiées ici (fermes isolées ou petits hameaux) confinent au mitage tout en gardant une logique de localisation ponctuelle. Dans ce cas, la frontière entre l'organisation satellitaire et le mitage est difficile à définir. Faut-il définir les hameaux comme des formes satellitaires ou comme un type de mitage qui ne prendrait pas la forme d'une nappe peu dense mais d'un ensemble de grains de très petite taille ? Ce jugement peut être laissé à l'appréciation du chercheur, toutefois il semble relativement important de clarifier les frontières entre types par l'instauration de seuils ou d'indices.

4.1.3 Les limites de l'approche « qualitative et empirique »

L'approche dite « qualitative et empirique », par observation des cartes IGN et des photographies aériennes, joue un rôle essentiel dans l'identification des différentes formes périurbaines. Cependant, si cette méthode est riche d'enseignements, elle possède deux défauts majeurs. Premièrement cette méthode, par sa lourdeur, est difficilement applicable sur de très grands territoires : étudier et classifier l'ensemble des espaces périurbains de cette manière serait extrêmement chronophage. Le second défaut de la méthode est plus handicapant encore puisqu'il pointe son manque de robustesse. En effet, si identifier les types de formes est relativement simple pour les « formes pures », c'est-à-dire celles qui ne souffrent d'aucune ambiguïté, il n'en est pas de même pour les formes plus hybrides. Cette classification « à dire d'expert » peut donc sembler

FIGURE 4.3 – Les 3 dimensions de la morphologie périurbaine



peu robuste dans la mesure où deux personnes différentes seraient susceptibles de classer une même commune dans deux types morphologiques différents. De même, l'absence d'indicateurs fiables permettant d'arbitrer les cas litigieux pourrait avoir comme conséquence de classer des communes similaires tantôt dans un type, tantôt dans un autre.

En plus du nombre relativement important de types morphologiques (entre formes pures et formes hybrides), la classification des périurbains doit aussi prendre en compte la diversité granulométrique des espaces. Ainsi, en plus de définir le type morphologique de chaque espace, ce qui revient plus ou moins à le placer dans un diagramme triangulaire représentant son degré d'organisation satellitaire, réticulaire et de mitage, il faut aussi tenir compte d'une troisième dimension : la tailles des grain (voir figure 4.3). La multiplicité des dimensions à prendre en compte rend le traitement manuel peu réaliste.

Enfin, rappelons que l'objectif de cette classification morphologique est de quantifier pour chaque couronne périurbaine le nombre d'habitants vivant dans des espaces satellitaires, réticulaires ou de mitage. La classification manuelle, qui s'effectuerait vraisemblablement à l'échelle de la commune, ne permettrait pas d'atteindre cet objectif, en effet, en raison de l'hybridation des types morphologiques, il serait particulièrement difficile d'attribuer la population d'une commune à un des grands types. Il faudrait alors ventiler la population entre les différents types selon des hypothèses de répartition de la population, ce qui engendrerait une charge de travail supplémentaire tout en procurant des résultats relativement approximatifs.

Toutefois, si les limites de l'approche dite « manuelle » sont suffisamment importantes pour abandonner l'idée d'une généralisation sur l'ensemble des aires urbaines françaises, elle constitue une base empirique à la réflexion sur

les formes morphologiques périurbaines. C'est donc à partir des enseignements de ce débroussaillage des formes périurbaines que nous proposons de mettre en place une méthode quantitative de classification morphologique des espaces périurbains.

4.2 Vers une méthode quantitative de classification morphologique des espaces périurbains

4.2.1 Inventaire des données disponibles

Travailler sur les typologies morphologiques des couronnes périurbaines nécessite au préalable d'identifier les ilots. De nombreuses sources d'information sont à disposition pour identifier ces ilots d'habitat. Toutefois, il est difficile de concilier l'objectif d'exhaustivité (prise en compte de l'ensemble des espaces bâtis, y compris très peu denses) nécessaire à la précision de l'information et l'objectif de généralisation (délimitation d'ilots) nécessaire à la lisibilité de l'information. Actuellement, les sources d'information disponibles sont réparties en 2 types : les bases de données raster (photographies aériennes ou satellites, cartes topographiques) et bases de données vectorielles (issues de la vectorisation des cartes topographiques ou du traitement des images satellites). Chacune de ces sources possèdent leurs avantages et inconvénients propres.

Les avantages et inconvénients intrinsèques aux formats vecteurs et raster sont connus (Annexe C, Tableau C.1). Nous nous attacherons donc ici à caractériser chaque base de données en fonction de leur capacité à faire apparaître des ilots d'habitation.

Images aériennes et satellites, cartes topographiques scannées

De manière générale, l'utilisation de données raster pour délimiter les ilots d'habitat semble peu pertinente dans l'optique de mettre en place une méthode reproductible. Elle nécessite en effet de même en œuvre des traitements complexes de télédétections sur les images (ce qui nécessite d'avoir des images avec un canal de proche infra rouge, ce qui n'est pas le cas sur les photographies aériennes). De plus, la télédétection n'exclut pas un nombre non négligeable d'erreurs d'interprétation.

Une seconde solution consiste à vectoriser manuellement les photographies aériennes. Toutefois cette méthode est très longue, non généralisable et nécessite l'acquisition de données très lourdes. Il parait alors pertinent de réfléchir davantage à l'utilisation de données vectorisées déjà existantes.

Données vecteur agrégées

Les données vecteurs agrégées concernant les ilots de population sont disponible à partir de deux bases principales :

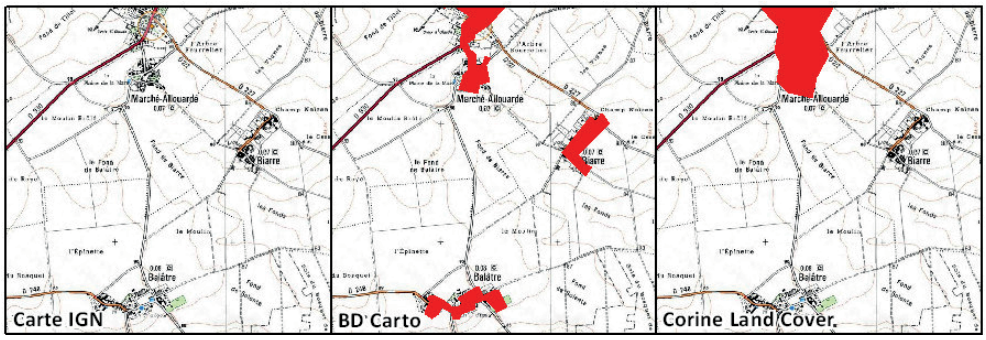
- Corine Land Cover, base européenne d'occupation des sols, pilotée par l'Agence européenne de l'environnement et réalisée en France par le SOeS (Service de l'Observation et des Statistiques) du ministère de l'écologie. Cette base est prévue pour une utilisation au 1 :100 000 ;
- La BD Carto, base de données cartographique de référence de l'Ign pour une utilisation du 1 :50 000 au 1 :250 000, elle possède une couche de données sur l'occupation des sols.

Si ces deux bases permettent d'avoir des ilots déjà formés (basés sur l'interprétation d'images satellite), il est nécessaire de se poser la question de leur Unité Minimale de Collecte (UMC), c'est-à-dire de la taille minimale retenue pour les ilots. Cette question est d'ailleurs traitée dans un rapport du Certu (Loriot, 2008) :

- Dans la BD Carto, les zones bâties de moins de 8 hectares ont été systématiquement supprimées. Le choix méthodologique a donc été de prendre une Unité Minimale de Collecte faible, de considérer que les objets d'une surface inférieure ne sont significatifs et que les conserver ne ferait qu'accroître le mitage résultant ;
- Dans Corine Land Cover, l'Unité Minimale de Collecte de l'ensemble des thèmes est de 25 hectares (adaptée à une utilisation au 1 : 100 000). Un nombre important d'ilots de petite taille ne sont donc pas pris en compte. Toutefois certains ilots de moins de 25 hectares n'ont pas été systématiquement supprimés, ils ont au contraire été exagérés pour avoir une superficie de 25 hectares et être ainsi conservés. Cette méthode vise à minimiser les erreurs d'interprétation : supprimer un objet de 20 hectares revient à faire une erreur de 20 hectares alors que gonfler ce même objet à 25 hectares ne fait commettre qu'une erreur de 5 hectares.

Malgré ces tentatives de minimisation des erreurs, Corine Land Cover parait trop imprécise pour étudier les ilots d'habitation périurbains, en effet, beaucoup de hameaux et de petites communes n'apparaissent pas dans la base et certaines formes sont assez fortement simplifiées (voir figure 4.4). À l'inverse, la relativement faible Unité Minimale de Collecte de la BD Carto permet de faire ressortir la grande majorité des hameaux et communes. Dans l'ensemble, les communes qui n'ont pas de tache urbaine dans la BD carto sont de très

FIGURE 4.4 – Comparaison de la BD Carto et de Corine Land Cover sur 3 villages picards



petites communes, avec un habitat peu concentré. Toutefois, dans le sud de la France, certains petits bourgs « traditionnels » n'apparaissent pas, malgré une population de plusieurs centaines d'habitants. Cela est dû au fait que la ville traditionnelle méditerranéenne est très dense, un bourg de 200 habitants peut donc avoir une superficie inferieure à 8 ha. Toutefois, l'utilisation de la BD carto pour la délimitation des ilots périurbains reste globalement satisfaisante :

- La grande majorité des bourgs ou hameaux est délimitée avec des contours assez précis (et qui prennent en compte les jardins privatifs...) mais suffisamment généralisés pour éviter les irrégularités qui biaisent les calculs d'indice basé sur le périmètre (problème du flocon de Koch que l'on peut retrouver en utilisant la BD Topo, voir encadré 4.1).
- Si les zones de mitages n'apparaissent pas, elles peuvent être déduites « en négatif » en couplant la base de données ilots à des bases de population carroyée.

Données vecteur non agrégées

Les données de la BD Topo donnent une information non agrégée sur le bâti : chaque bâtiment (ou ilot en cas de bâti continu) est représenté par un polygone. Faire émerger des ilots à partir de cette base nécessite donc de mettre en place un processus d'agrégation des bâtiments. Si ce processus peut être réalisé dans un SIG, moyennant un certain temps de calcul, il nécessite de se poser plusieurs questions :

- Quelle distance d'agrégation retenir ? C'est-à-dire, jusqu'à quel espacement entre deux bâtiments, estime-t'on qu'ils appartiennent au même ilot ?
- Doit-on établir une taille minimale des ilots (en surface ou en nombre de

FIGURE 4.5 – Des ilots très découpés, le problème des jardins privatifs

bâtiments) ? Si non, comment traiter le bâti isolé ?
- Quelles hypothèses retenir pour attribuer une population aux ilots ? (calcul de coefficient en fonction de la surface et de la hauteur, comment différencier les bâtiments d'habitation des lycées, hôpitaux...)

Faire varier la distance d'agrégation peut être une solution pour différencier les ilots des zones de mitages. On pourrait par exemple imaginer un seuil à 100 mètres pour les ilots et à 200 mètres pour les zones de mitage. Cependant cela n'exclue pas le problème de la taille minimale des ilots : deux bâtiments proches au sein d'une zone de mitage doivent-ils être considérés comme un ilot ?

Si la base présente un avantage important : l'exhaustivité de l'information sur le bâti et sa hauteur, elle possède aussi un certain nombre d'inconvénients :
- La création d'ilots à partir de la couche bâtiments de la BD Topo ne permet pas de prendre en compte la surface des jardins (qui sont pourtant des éléments importants du paysage périurbain). Alors que l'utilisation de la BD Topo trouve sa justification dans la précision et l'exhaustivité de la donnée, les ilots obtenus ne correspondent pas forcement à la morphologie réelle (voir figure 4.5).
- Les ilots obtenus sont très « découpés ». De nombreux « trous » apparaissent à l'intérieurs des ilots alors que cela n'est pas forcement justifié (espaces verts, jardins privatifs, équipements, parking...). De plus les contours extérieurs des ilots sont très irréguliers ce qui pose un problème du type « flocon de Kock » (encadré 4.1). La délimitation des ilots à partir de la BD Topo rend donc peu fiable le calcul d'indice à partir des aires (qui ne prennent pas en compte les jardins) et des périmètres (rallongés artificiellement par l'irrégularité des contours).

Au final, si l'utilisation de la BD Topo apparaît de prime abord comme une solution pertinente pour délimiter les ilots périurbains, son traitement nécessite des opérations lourdes pour un résultat moins précis et fiable qu'espéré.

Encadré 4.1 – Le problème du flocon de Kock

Ce problème mathématique fractal, montre une figure donc l'aire tend vers une constante alors que son périmètre, qui se complexité par l'ajout de facettes, tend vers l'infini. On peut retrouver des problèmes similaires lors du calcul d'indice de formes basés sur lé périmètre (par exemple le quotient isopérimètrique, voir figure 4.7).
Ainsi, plus les contours sont complexes, plus le quotient isopérimètrique tend à classer l'ilot dans une morphologie réticulaire ou linéaire, alors que sa forme générale évolue peu.

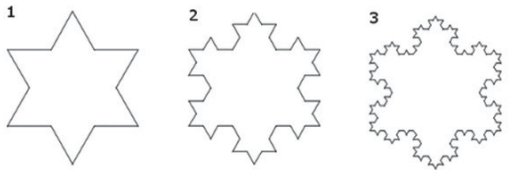


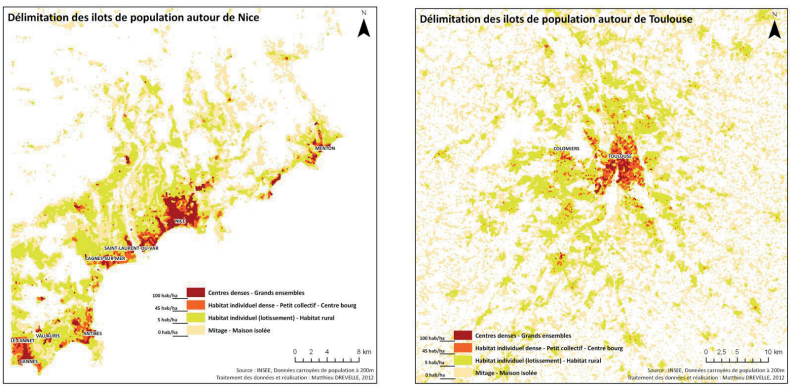
Figure	Périmètre	Aire	quotient isopérimètrique
1	108	421	0,46
2	144	468	0,29
3	192	488	0,17

Données carroyées de population

Depuis le 1er janvier 2012, l'Insee propose en ligne une nouvelle base de données appelée « estimation carroyée de population ». Cette base de données permet de connaître la répartition de la population en France dans un carroyage de 200 mètres ou de 1 kilomètre de côté. Les données proposées portent « sur un dénombrement de personnes au 31 décembre de l'année de référence et proviennent d'une exploitation spécifique des fichiers fiscaux visant à attribuer à chaque ménage une position géographique précise » (Insee).

Contrairement aux données Corine Land Cover ou BD Topo/Carto, qui permettent certes de délimiter des ilots mais où l'attribution d'informations statistiques sur l'ilot est complexe (un ilot peut être à cheval sur plusieurs communes ou une commune peut avoir plusieurs ilots), cette base carroyée présente l'avantage de posséder une information précise de population. Il est aussi possible de reconstituer des ilots à partir des données carroyées de population (encadré 4.5 page 127 de l'annexe C). Cependant, si les résultats obtenus permettent d'étudier la forme du mitage (ou son absence) ainsi que de donner des informations sur la densité des quartiers (voir figure 4.7), les ilots obtenus ne conviennent pas au calcul d'indices à cause du pas de 200 mètres qui

FIGURE 4.6 – Délimitation des ilots autour de Nice et Toulouse à partir du carroyage à 200 mètres



est trop important pour avoir des contours précis. Les données carroyées sont toutefois utiles pour faciliter l'attribution d'une population aux ilots issus des autres bases de données.

Notons que le fort potentiel des données carroyées à 200 mètres n'a pas pu être utilisé à sa juste valeur dans notre travail à cause du retrait de ces données début 2013 [1]. Nos analyses utilisent donc essentiellement le carroyage à 1 kilomètre.

Choix des données retenues pour l'étude

Suite à l'évaluation des différentes données disponibles, nous avons choisi de retenir les données de la BD Carto pour faire nos analyses. Ces données sont suffisamment précises pour obtenir un résultat proche de la réalité, tout en nécessitant une puissance de calcul raisonnable.

4.2.2 L'utilisation d'indices de forme en géographie

Devant le besoin de catégories d'analyses moins générales et moins subjectives pour appréhender les formes périurbaines, nous avons choisi d'avoir d'utiliser des indices statistiques s'appuyant sur les caractéristiques de forme

1. À la suite d'un article de presse (Canard enchainé du 27/02/2013) faisant état d'un problème de confidentialité dans la diffusion de données de revenus sur des carreaux de 200 mètres sur 200 mètres, l'Insee a décidé, mercredi 27 février 2013, de suspendre temporairement cette diffusion. Les bases de données téléchargées avant le 27 février sont considérées comme non utilisables par l'Insee.

des ilots identifiés. Ces indices ont pour vocation d' « exprimer les formes observées de façon mesurable (...) en les traduisant par des données numériques » (Cauvin et Rimbert, 1976). Marianne Guérois (2003), dans sa thèse de doctorat sur « Les formes des villes européennes vues du ciel », dresse un état de l'art de l'utilisation des indices de formes en géographie ; nous en ferons ici un résumé [2].

Principes généraux des indices de formes

Les premiers indices de forme ont été développés dans les années 1950–1960 dans le cadre de l'essor de l'analyse spatiale. Ces indices ont été importés de disciplines comme les mathématiques ou la biologie et ont été appliqués dans la typologie des formes urbaines mais aussi dans celle des bassins versants ou des circonscriptions électorales (Haggett et Fréchou, 1974). Si ces méthodes ont été quelque peu délaissées depuis, la généralisation des systèmes d'information géographique d'occupation du sol ouvrent des perspectives intéressantes pour l'étude des formes.

Il existe de très nombreux indices de formes construits selon des choix méthodologiques différents, toutefois les indices reposent sur un certain nombre d'exigences communes : premièrement, les indices doivent pouvoir décrire la zone sans être influencé par des effets de tailles — ce sont des indices « sans dimension » — ni par l'orientation de la forme. Les indices doivent aussi être le plus univoques possible, en d'autres termes, une même valeur de l'indice ne doit pas référer à deux formes différentes. Ce point est toutefois une des principales difficultés de la reconnaissance morphologique avec les indices de formes et pousse à combiner les indices. Enfin dans la mesure du possible, les indices ne doivent pas être trop sensibles à la précision du contour de la forme.

La littérature différencie les indices « arithmétiques » et les indices « géographiques ». Nous ne traiterons ici que des premiers, qui sont moins complexes à mettre en œuvre et à interpréter. De plus, les indices « arithmétiques » sont particulièrement adaptés à la mesure de la compacité des formes, si on retient le cercle comme forme de référence. En effet, ces indices se basent sur la comparaison de la forme à mesurer avec une forme standard (souvent le cercle) dont les caractéristiques sont connues. En d'autres termes, ils mesurent la différence entre la forme observée et la forme de référence. Le calcul des indices résulte du croisement de plusieurs (au moins deux) variables simples (centre de la figure, périmètre, longueur du plus grand axe, superficie de la figure, du plus dans

2. Tout en conseillant vivement la lecture du chapitre 4 de la thèse de Mariane Guérois, intitulé « La configuration des tâche urbaine »

cercle inscrit...). Le résultat est normalisé entre 0 et 1 où 1 correspond à une ressemblance parfaite avec la forme de référence. À l'inverse, lorsque l'indice tend vers 0, cela induit une forme observée très allongée/irrégulière/éloignée de la forme de base.

Les indices de formes les plus fréquemment rencontrés

Parmi les nombreux indices existants, nous avons choisi de présenter les principaux, ou du moins ceux que l'on retrouve fréquemment cités dans la littérature (Haggett et Fréchou, 1974; Béguin, 1979; Derycke, 1992; Guérois, 2003). La figure 4.7 présente les formules des différents indices

Les indices basés sur l'aire et le périmètre

Ces indices que l'on retrouve sous plusieurs dénominations : quotient isopérimètrique (notion mathématique reprise par M. Guérois sous le nom d'indice de contorsion du périmètre), indice de compacité (Gravelius, 1963), indice de circularité (Miller, 1953) reposent sur des ratios entre le périmètre et l'aire de la forme observée. Ils permettent de décrire l'irrégularité de la forme et sa compacité (en prenant l'hypothèse que la compacité est maximale quand pour une surface donnée, le périmètre est le plus court possible). Pris seuls, ces indices ne permettent pas des discriminations de forme intéressantes, en effet une faible valeur peut correspondre soit à une forme très étirée, soit à une forme très digitée. De plus, ces indices sont très sensibles à l'irrégularité des périmètres (voir encadré 4.1). Il est donc nécessaire d'avoir des contours de formes assez généralisés, sinon l'indice peut difficilement faire la différence entre une forme très digitée et une forme circulaire dont le contour est dans le détail très irrégulier.

Les indices d'étirement

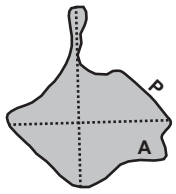
Les indices d'étirement intègrent généralement la longueur du plus grand axe de la forme. Cette longueur est alors mise en rapport avec la surface de la forme ou sa largeur . La mesure du rapport entre la longueur du plus grand axe et celle du second plus grand axe, qui lui est perpendiculaire, est intéressante. Elle permet de reconnaître les formes plutôt compactes des formes étirées, toutefois si cette mesure renseigne sur l'envergure générale de la forme, elle ne donne pas de renseignements sur sa digitation.

Les indices de remplissage discal

Ces indices sont construits en se basant sur les surfaces du plus grand cercle

FIGURE 4.7 – Principaux indices de formes

Différents indices basés sur l'aire et le périmètre



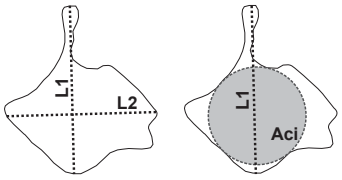
P : Périmètre de la figure
A : Aire de la figure

$\frac{A}{\pi(\frac{P}{2\pi})^2}$ (Miller, 1953)

$\frac{P}{2\pi(\sqrt{\frac{A}{\pi}})}$ (Gravelius, 1963)

$\frac{4\pi A}{P^2}$ (Quotient isopérimètrique)

Différents indices d'étirement



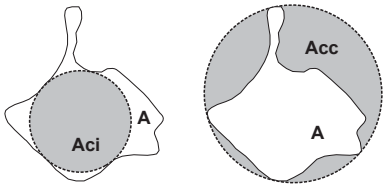
L1 : Longueur du plus grans axe
L2 : Longueur du plus grans axe perpendiculaire à L1
Aci : Aire du cercle inscrit

$\frac{A}{(0{,}5L1)\pi^2}$ (Gibbs, 1961)

$\frac{L1}{2(\frac{A}{\pi(0{,}5L1)})}$ (Stoddart, 1965)

$\frac{L2}{L1}$ (Guérois, 2003)

Différents indices de remplissage discal



A : Aire de la figure
Aci : Aire du cercle inscrit
Acc : Aire du cercle circonscrit

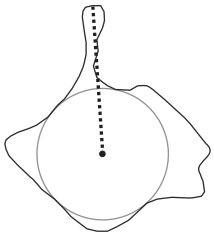
$\frac{A}{(Acc}$ (Cole, 1964)

$\frac{Aci^2}{A}$ (Guérois, 2003)

$\frac{A}{Aci^2}$ (Guérois, 2003)

$\frac{Aci}{Acc}$ (Guérois, 2003)

Indice de digitation



$\frac{1}{1+D}$ (Guérois, 2003)

D correspond au nombre d'axes de digitation. Un appendice est considéré comme axe de digitation si la distance minimale qui sépare son extrémité du cercle inscrit est supérieure au diamètre du cercle.

Réalisation : Drevelle, 2013 d'après Guérois, 2003

inscrit et du plus petit cercle circonscrit à la figure. La comparaison de la surface de la forme observée avec la surface du plus grand cercle inscrit donne une idée de la nature plutôt massive ou plutôt découpée de la forme. Bien que d'une logique relativement similaire, la comparaison de la surface de la forme observée avec la surface du plus petit cercle circonscrit donne plutôt une idée du degré de digitalisation et d'étirement de la figure (Cauvin, Rimbert, 1976).

L'indice de digitation

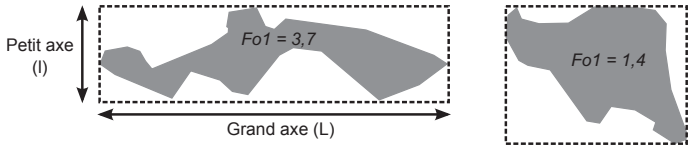
L'indice de digitation est introduit par Marianne Géroix pour « identifier plus nettement les formes digités ». Il est fondé sur le compte du nombre d'axes de digitation qui se déploient en dehors de la partie la plus massive de la figure. Dans cet indice, une excroissance est considérée comme un axe de digitation si la distance minimale qui sépare son extrémité du cercle inscrit est supérieure au diamètre du cercle.

4.2.3 Méthodologie de la caractérisation morphologique des ilots

Trois indices utilisés pour caractériser les ilots

Un indice d'étirement (Fo1) : rapport entre le grand coté et le petit coté du rectangle dans lequel s'inscrit l'ilot ($Fo1 = L/l$). Le but de cet indice est de détecter les formes linéaires.

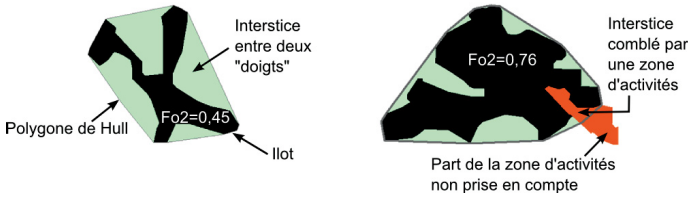
FIGURE 4.8 – L'indice Fo1



Un indice de digitation (Fo2) : rapport entre la surface de l'ilot et la surface du plus petit polygone convexe dans lequel s'inscrit l'ilot (polygone de Hull). Cet indice a pour but d'identifier des formes plutôt réticulaires (avec des « doigts »). La figure 4.9 illustre la construction de cet indice. Le polygone de Hull (en bleu clair sur le schéma) est crée autour du tissu urbain seul (au sens de Corine Land Cover ou de la BD Carto, en noir dans le schéma) mais on prend en compte pour la surface de l'ilot les parcs urbains, équipements sportifs, zones d'activités et zones industrielles qui sont compris dans le polygone de Hull (en orange dans le schéma). La partie de ces espaces située en dehors du polygone

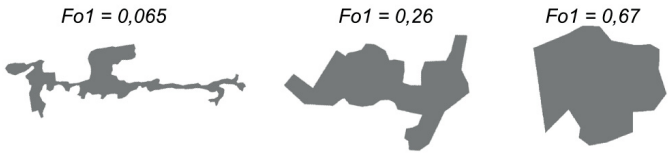
de Hull (en rouge sur le schéma) n'est pas prise en compte. Cela permet d'éviter à la fois la détection d'une zone d'activités ou d'un parc comme un « espace entre deux doigts » et la déformation de l'ilot si on y incluait l'ensemble des zones d'activités et zones industrielles.

FIGURE 4.9 – L'indice Fo2



Un indice de compacité basé sur l'aire et le périmètre (Fo3) : les indices basés sur le ratio de l'aire et du périmètre sont fréquemment utilisés pour différencier la morphologie des ilots d'habitation. Nous avons choisi d'utiliser le quotient isopérimétrique dans la mesure où cet indice est normalisé entre 0 (pour une droite) et 1 (pour un cercle), ce qui facilite son interprétation. L'indice Fo3 sert de complément aux deux autres indices.

FIGURE 4.10 – L'indice Fo3



$$Fo3 = 4\pi(\frac{aire}{perimetre^2})$$

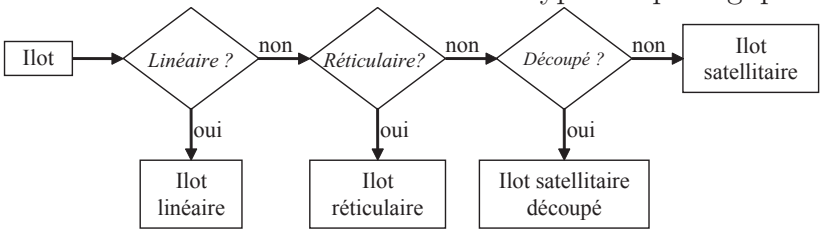
Chaine d'attribution d'un type aux ilots

Le processus d'attribution d'un type de forme à un ilot se présente sous la forme d'une chaine de tests à effectuer dans un ordre précis : on teste d'abord si la forme est linéaire, puis si elle est réticulaire, puis si elle est satellitaire découpée (figure 4.11). Les formes restantes sont alors satellitaires « pures ».

Les tests de discrimination des formes sont réalisés à partir des indices, auxquels ont été appliqués des seuils. Ils répondent aussi à des paramètres généraux, dont des critères de taille et de proximité des ilots :

– Pour être une entité linéaire ou réticulaire à elle seule, un ilot doit avoir une longueur d'au moins 2 kilomètres ou une surface d'au moins 50 ha.

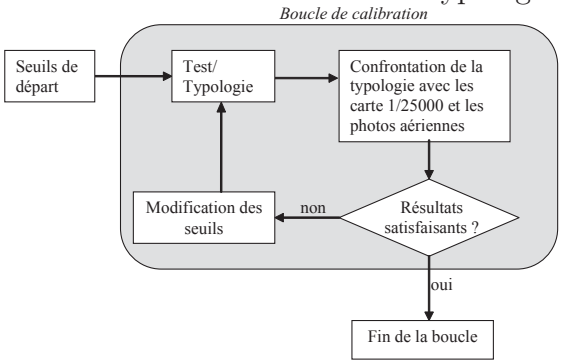
FIGURE 4.11 – Chaine de d'attribution d'un type morphologique aux ilots



- Sinon, les ilots de tailles plus réduite mais ayant des caractéristiques linéaires/réticulaires peuvent entrer dans ces catégories s'ils sont situés à moins de 700 mètres d'un autre ilot (on parlera alors davantage d'une extension linéaires/réticulaires).
- Les ilots de petite taille et isolés (plus de 700 mètres d'un autre ilot) sont considérés comme satellitaires
- Les populations situées dans des zones où aucun ilot n'est identifié sont considérées comme dispersées.

Les seuils des indices utilisés pour l'analyse morphologique sont établis par la boucle de calibration présentée en figure 4.12.

FIGURE 4.12 – Chaine de validation de la typologie morphologique



À la fin de cette étape, on peut caractériser les critères de discrimination morphologique des ilots de la manière suivante :

Test de linéarité (Classe 1 – total 938 ilots)
Une forme est caractérisée de linaires si (une des trois conditions à remplir) :

- Elle fait moins de 500 mètres de large et plus de 1,3 kilomètres de long et est au moins 4 fois plus longue que large (forme linéaire droite)

FIGURE 4.13 – Types morphologiques issus de la méthode itérative

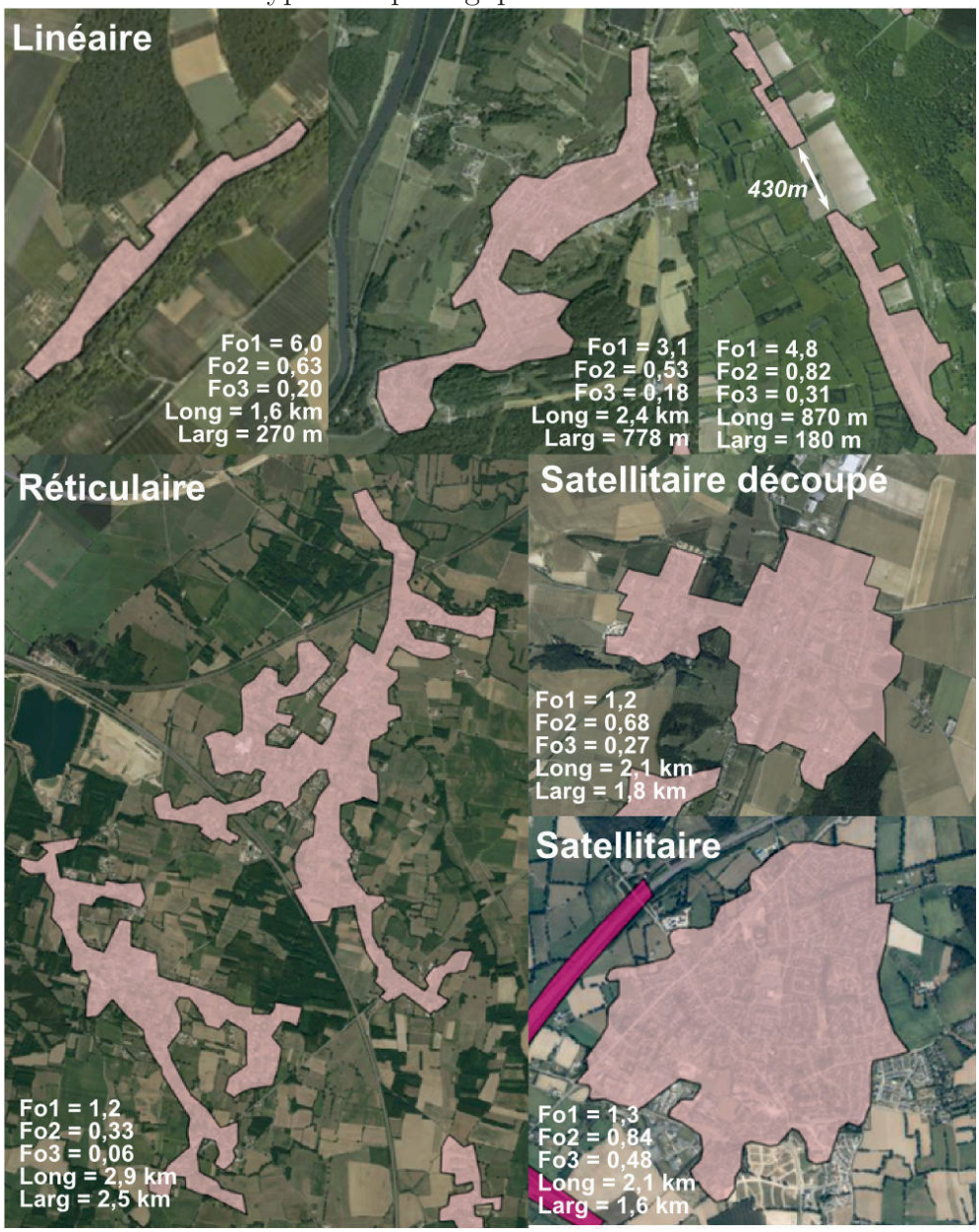


Tableau 4.2 – Profil moyen des types morphologiques (4 classes)

Classe	**Fo1**	**Fo2**	**Fo3**	**Description**
1	3,26	0,64	0,27	Linéaire
2	1,71	0,52	0,16	Réticulaire
3	1,69	0,64	0,26	Satellitaire découpé
4	1,67	0,79	0,47	Satellitaire
Moyenne	*1,83*	*0,69*	*0,35*	

– Elle fait entre 500 mètres et 1,2 kilomètres de large, est au moins 2,5 fois plus longue que large et un faible quotient isopérimètrique, inférieur à 0,3 (forme linéaire sinueuse)
– Elle fait moins de 500 mètres de large, est au moins 2,5 fois plus longue que large et se situe à moins de 700 mètres d'un autre ilot (extension linéaire droite)

Test de réticularité (Classe 2 – total 2300 ilots)
Une forme est caractérisée de réticulaire si la l'ilot n'est pas linéaire et :
– Elle est de grande taille (grand coté de 1,5 kilomètres ou 50 ha) et a beaucoup d'interstices dans son polygone de Hull (Fo2<0,57) ou un faible quotient isopérimétrique (Fo3<0,3) (forme réticulaire)
– Elle a beaucoup d'interstices dans son polygone de Hull (Fo2<0,57) ou un faible quotient isopérimétrique (Fo3<0,3) et se situe à moins de 700 mètres d'un autre ilot (extensions réticulaire)

Test de découpe des satellites (Classe 3 – total 1390 ilots)
Une forme est caractérisée de satellitaire découpé si l'ilot n'est ni linéaire, ni réticulaire et qu'elle a une surface assez importante d'interstices dans son polygone de Hull (Fo2<0,79) et un faible coefficient isopérimétrique (Fo3<3).

Test satellitaire (Classe 4 – total 5565 ilots)
Une forme est caractérisée de satellitaire si l'ilot n'est ni linéaire, ni réticulaire, ni satellitaire découpé.

Profil moyen des ilots de différent type :
À l'issue de cette classification itérative des ilots, il est alors possible d'évaluer le profil moyen des ilots de chaque type, c'est à dire la valeur moyenne de chacun des trois indices pour chaque type morphologique (tableau 4.2)

Tableau 4.3 – Profil moyen des types morphologiques (6 classes, issue de la CAH)

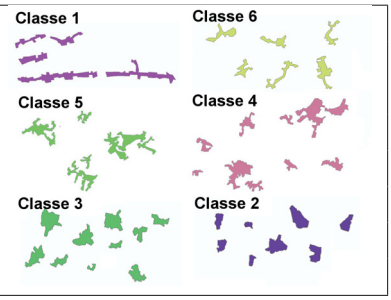
Classe	Fo1	Fo2	Fo3	Description	
1	3,44	0,62	0,23	Linéaire	
6	2,17	0,48	0,15	|	
5	1,31	0,46	0,13	Réticulaire	
4	1,62	0,61	0,24	|	
3	1,7	0,71	0,37	|	
2	1,67	0,87	0,56	Compacte	
Moyenne	*1,83*	*0,69*	*0,35*		

Tableau 4.4 – Comparaison des deux classifications morphologiques

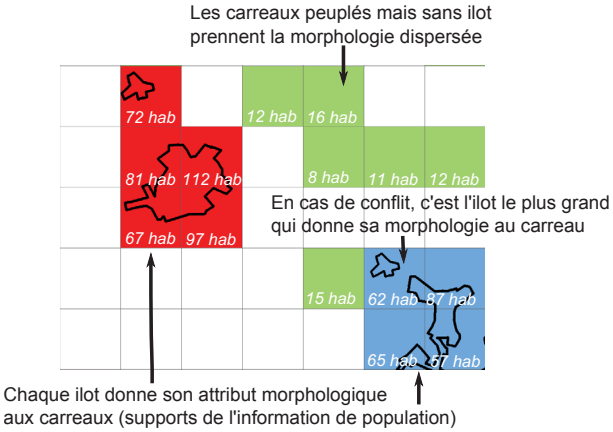
		Classe morphologique selon la CAH						
		1	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	
Classe morpho. **1**	*Nombre d'ilots*	**66 %**	7 %	0 %	5 %	**10 %**	**11 %**	linéaire
	Surface	**75 %**	10 %	0 %	5 %	6 %	4 %	|
2	*Nombre d'ilots*	4 %	**28 %**	**24 %**	**44 %**	0 %	0 %	|
	Surface	5 %	**20 %**	**17 %**	**58 %**	0 %	0 %	réticulaire
3	*Nombre d'ilots*	5 %	0 %	0 %	**82 %**	**13 %**	0 %	|
	Surface	3 %	0 %	0 %	**78 %**	**19 %**	0 %	|
4	*Nombre d'ilots*	2 %	0 %	0 %	6 %	**42 %**	**51 %**	compact
	Surface	2 %	0 %	0 %	7 %	**47 %**	**43 %**	
		linéaire –>		réticulaire		–> compact		

Validation des résultats avec un test statistique (CAH)

Afin de valider la pertinence et la robustesse de notre classification basée sur une approche itérative testant différents seuils, comparant les résultats avec la réalité et modifiant les seuils au besoin, nous avons choisi d'en confronter les résultats avec une classification automatique. Nous avons réalisé une classification ascendante hiérarchique (CAH) sur l'ensemble des 10 000 ilots en utilisant comme variables les trois indices morphologiques retenus (étirement Fo1, digitalisation Fo2, quotient isopérimétique Fo3). La classification fait ressortir six classes morphologiques distinctes qui vont en gradient de la forme la plus étirée à la plus compacte (tableau 4.3).

Nous proposons de tester la robustesse de notre méthode itérative en croisant l'attribution morphologique des ilots selon la méthode itérative avec celle

FIGURE 4.14 – Principe de détermination de la population de différents types morphologiques



de la classification automatique. La comparaison des résultats de la CAH et de l'approche itérative sont cohérents : la majorité des ilots étant situés dans la diagonale du tableau croisé (tableau 4.4). Toutefois, la CAH, ne prenant pas en compte la taille des ilots, a tendance à attribuer des types réticulaires/linéaires à de petits ilots que la méthode itérative classe comme ilots satellitaires.

Attribuer une population aux différents ilots ?

L'Insee mettant à disposition du public un carroyage de 1 kilomètre de coté sur l'ensemble du territoire français, avec des données de population, il parait possible d'attribuer une population aux différents ilots.

Dans la pratique, attribuer une population aux ilots se révèle assez « dangereux » en termes de fiabilité de l'information construite : en effet la majorité des ilots fait moins d'1 km^2, il n'y a donc pas de recouvrement entre les ilots et le carroyage. De plus, la plupart des ilots sont à cheval sur plusieurs carreaux et de nombreux carreaux sont en contact avec plusieurs ilots. Dès lors, il devient très difficile de distribuer la population des carreaux vers les différents ilots. Une réduction du nombre de « conflits » entre ilots peut être opérée, moyennant une charge de calcul plus importante, en utilisant des carreaux de taille inférieure [3], mais cela ne résout pas pour autant totalement le problème.

La solution que nous proposons est d'attribuer un attribut de forme aux différents carreaux qui composent la couronne périurbaine. Cette solution permet d'analyser la répartition de la population par type de forme dans les

3. Cela n'a pas pu être testé dans cette recherche suite au retrait des données carroyées à 200 mètres.

couronnes périurbaines. Lorsqu'un carreau est en contact avec plusieurs ilots ayant des morphologies différentes, le carreau prend l'attribut de l'ilot ayant la plus grande surface (figure 4.14).

Le fait d'attribuer un type morphologique aux carreaux qui composent les zones étudiées et non d'attribuer une population (à partir du carroyage) aux ilots a aussi l'avantage de pouvoir réintégrer la notion de dispersion ou de mitage périurbain. En effet, par définition, le mitage est la population non agrégée dans des ilots. Ainsi les carreaux habités mais n'étant pas en contact avec un ilot seront considérés comme relevant de habitat dispersé et leur population sera prise en compte dans la part de la population périurbaine résidant dans des zones de dispersion ou de mitage.

4.3 Morphologie et granulométrie des couronnes des grandes agglomérations françaises

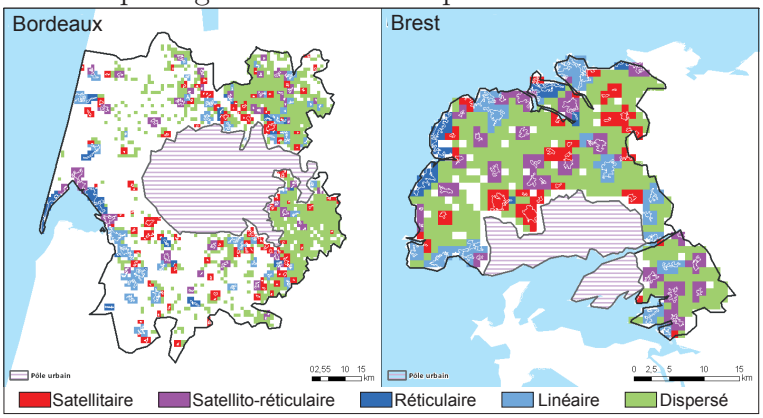
4.3.1 Morphologie des couronnes périurbaines de 100 agglomérations

L'application de notre méthode à une centaine de couronnes périurbaines a permis de quantifier le nombre d'habitants et la part de la population par type d'ilot, au sein de ces espaces. L'Atlas (qui fait l'objet d'un volume propre) présente des résultats précis pour chaque couronne périurbaine. Nous développerons ici des résultats généraux à l'échelle nationale.

À l'échelle fine : représentation de la morphologie à l'intérieur des couronnes

L'attribution d'un type morphologique à chaque carreau du carroyage de l'Ign à 1 kilomètre permet de cartographier précisément la répartition spatiale des différentes morphologies au sein des couronnes périurbaines (voir figure 4.15). Il est alors possible, pour chaque couronne de représenter les secteurs satellitaires ou réticulaires, d'identifier les zones de dispersion et les espaces inhabités. Une carte de chaque couronne est présentée dans l'Atlas.

Figure 4.15 – Morphologie des couronnes périurbaines de Bordeaux et Brest



À l'échelle nationale : poids de chaque type morphologique

À l'échelle du territoire français, et sur les 7 millions de périurbains résidant dans la couronne d'une des aires urbaines étudiées, on dénombre d'une

Tableau 4.5 – Répartition de la population périurbaine par type morphologique

Morphologie des ilots périurbains	**Population par type (en millier)**	**en %**	**Population par type (en millier)**	**en %**
Satellitaire	2076	30 %	3566	51 %
Satellito-réticulaire	1490	21 %		
Réticulaire	1984	28 %	2420	35 %
Linéaire	436	6 %		
Dispersé	1026	15 %	1026	15 %
Total	*7013*	*100 %*	*7013*	*100 %*

part plus de 2 millions d'habitants dans le satellitaire « pur » et d'autre part plus de 1 million d'habitants dans les territoires dispersés (voir Tableau 4.5). Les 4 millions restants se répartissent entre satelito-réticulaire (1,5 millions), réticulaire « pur » (2 millions) et linéaire (0,5 million).

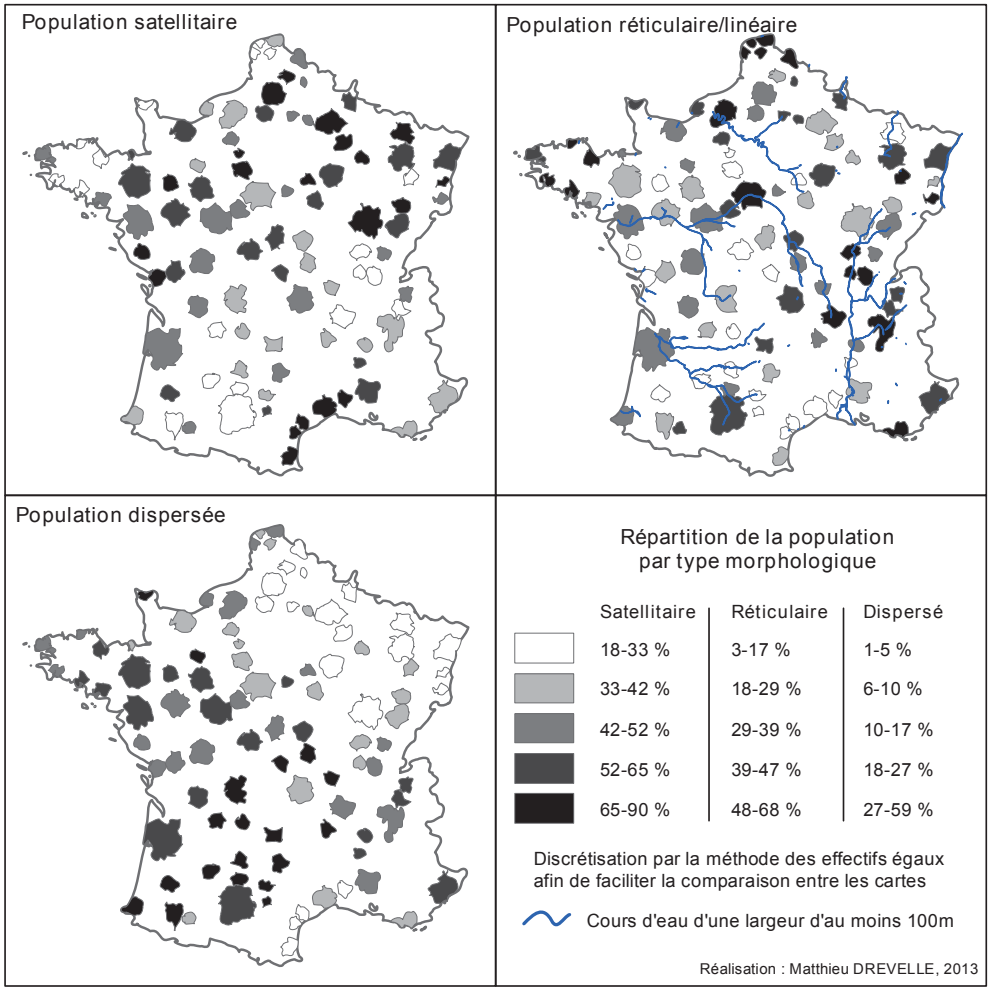
Dans un souci de simplification de l'analyse du poids de chaque forme morphologique, nous avons regroupé les 5 types morphologiques en 3 grands types :

- Le grand *type satellitaire* regroupe les types satellitaire et satelito-réticulaire ;
- Le grand *type réticulaire/linéaire* regroupe les types réticulaire et linéaire ;
- Le grand *type dispersé* correspond au type dispersé

Il apparaît alors que la moitié des périurbains des couronnes étudiées habitent dans un ilot de type plutôt satellitaire. Le type réticulaire/linéaire regroupe 35 % des périurbains tandis que 15 % des périurbains vivent dans l'habitat dispersé.

La cartographie de la part de la population périurbaine résidant dans tel ou tel type morphologique (figure 4.16) apporte des éléments intéressants pour comprendre les différences morphologiques entre les aires urbaines. On observe que la proportion de périurbains résidant dans des ilots dispersés est plus importante dans le Nord du pays (surtout au Nord-est) et sur la partie Ouest de la côte méditerranéenne (entre Nîmes et Perpignan). La part de périurbains dispersés augmente quant à elle selon un gradient qui va de la frontière Nord-est jusqu'au Sud-ouest du pays. La part de la population périurbaine résidant dans des ilots de type réticulaire ne suit pas de grand gradient, toutefois en ajoutant

FIGURE 4.16 – Part de la population satellitaire, réticulaire et dispersée dans les couronnes



les principaux cours d'eau sur la carte, on observe que l'urbanisation tend à être plus réticulaire dans les grandes vallées (Loire, Rhône, Rhin, Garonne, Seine).

Classification des couronnes selon leur morphologie

Les données permettent aussi de classer les aires urbaines par tendance morphologique grâce à une CAH basée sur la part des habitants résidant dans chacun des grands types morphologiques. Afin d'éviter certains effets de seuil, les types réticulaires et linéaires d'une part et satellitaire et satellitaire-réticulaires d'autre part on été regroupés. La typologie se base donc sur trois grands types :

les formes linéaires (et réticulaires), les formes satellitaires et les formes dispersées. Un poids a été attribué au chacune de ces formes en fonction du nombre de personnes y résidant.

Cette analyse fait ressortir huit classes de couronnes périurbaines, qui peuvent être regroupées en cinq groupes :

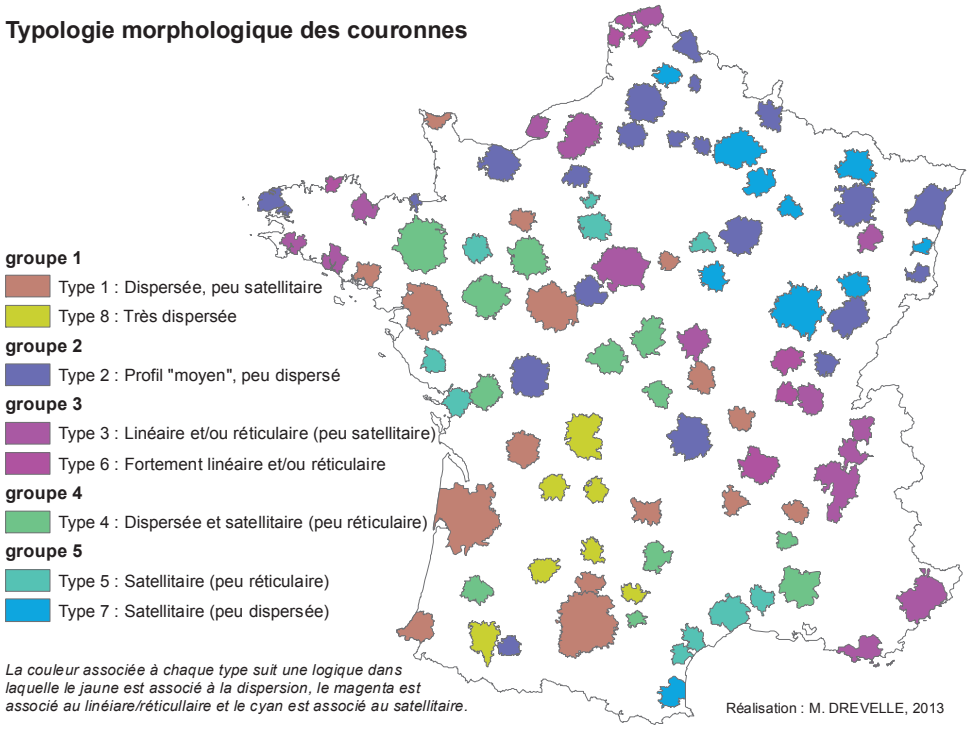
- Le groupe 1 (types 1 et 8) est marqué par une forte dispersion périurbaine. Il concerne essentiellement des aires urbaines du Sud-ouest de la France. Ce groupe concentre 25 couronnes périurbaines et près d'un quart de la population périurbaine de nos territoires d'étude.
- Le groupe 2 (type 2) est proche du profil moyen (assez satellitaire et un peu de réticulaire), avec une faible dispersion. Il concerne essentiellement des aires urbaines Nord-est de la France. On dénombre 21 couronnes dans ce groupe et 26 % de la population.
- Le groupe 3 (types 3 et 6) est marqué par un poids assez important du linéaire/réticulaire. On le retrouve en Bretagne, sur les côtes du Nord-Pas de Calais et de Haute Normandie, ainsi que dans le Sud-est. On compte dans ce groupe 22 couronnes et 20 % de la population de nos territoires d'étude.
- Le groupe 4 (type 4) est marqué par une dispersion importante et par une importance du satellitaire. Il concerne essentiellement des aires assez proches de l'axe de la Loire. Ce groupe concentre 12 couronnes périurbaines et 13 % de la population périurbaine.
- Le groupe 5 (types 5 et 7) est marqué par l'importance du satellitaire. Il concerne des aires urbaines du Nord-est de la France (avec une faible dispersion) et aires du Languedoc Roussillon (un peu plus dispersées mais peu linéaire/réticulaire). On dénombre 20 couronnes dans ce groupe et 17 % des périurbains.

4.3.2 Granulométrie des couronnes périurbaines

Analyses de la taille des ilots

Si l'analyse de la forme des ilots permet de faire ressortir plusieurs types morphologiques, l'analyse de leur taille permet de caractériser la granulométrie des couronnes périurbaines. Ces analyses ne prennent en compte que les ilots identifiés par la BDCarto. Les tailles d'ilots ont été découpées en 5 catégories de taille (entre 4 et 20 ha, entre 20 et 40 ha, entre 40 et 80 ha, entre 80 et 130 ha, plus de 130 ha). Le poids de chaque catégorie représente la surface des ilots.

FIGURE 4.17 – Classification morphologique des couronnes périurbaines



		Profil des types			Nbre	Population	
Groupe	**Type**	**Sat.**	**Rét.**	**Disp.**		**milliers**	**en %**
Groupe 1 (Dispersé)	Type 1	38 %	36 %	**27 %**	18	1 400	20 %
	Type 8	35 %	19 %	**46 %**	7	238	3 %
Groupe 2 (Moyen)	Type 2	52 %	41 %	7 %	21	1 817	26 %
Groupe 3 (Réticulaire)	Type 3	35 %	**49 %**	16 %	15	1 098	16 %
	Type 6	25 %	**65 %**	10 %	7	338	5 %
Groupe 4 (Sat. Disp.)	Type 4	**58 %**	18 %	**24 %**	12	943	13 %
Groupe 5 (Satellitaire)	Type 5	**81 %**	9 %	10 %	10	562	8 %
	Type 7	**72 %**	23 %	5 %	10	614	9 %
	Moyenne	*50 %*	*34 %*	*17 %*			

Sat. : Satelitaire - Rét. : Réticulaire ou linéaire - Disp. : Dispersé

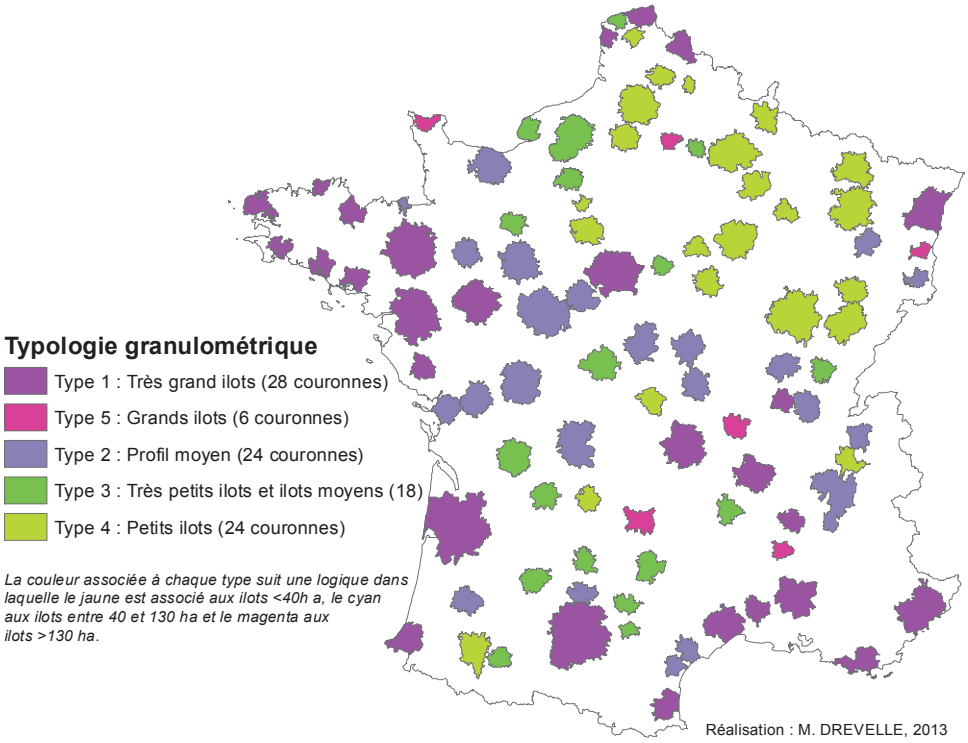
Pour le profil des types morphologiques, les valeurs en gras correspondent à un écart type standardisé supérieur à 0,5. Les valeurs correspondant à un écart type standardisé supérieur à 1 sont colorées en rouge, celles correspondant à un écart type standardisé inférieur à -1 son colorées en bleu.

Une classification ascendante hiérarchique (CAH) a été réalisée sur ces cinq catégories de taille. Cette classification permet de faire ressortir cinq types granulométriques. Cette typologie en cinq classes permet de faire ressortir des logiques géographiques avec des ilots plus petits au Nord-est et des ilots plus grands à l'Ouest et au Sud.

Une analyse plus approfondies des différents types granulométriques et de leur répartition sur le territoire français fait apparaître un certain nombre d'éléments intéressants :

- Le type 1 est marqué par très forte surreprésentation des ilots de plus de 130 ha et une sous représentation significative des ilots de moins de 80 ha. Il reflète donc une organisation périurbaine où la population agglomérée (puisque la population dispersée n'entre pas dans cette analyse granulométrique) se concentre majoritairement dans des ilots de taille conséquente. Ce type concerne essentiellement des aires urbaines bretonnes et méditerranéennes, ainsi que les couronnes des principales agglomérations françaises (Lille, Strasbourg, Bordeaux, Toulouse. . .). Ainsi, s'il concerne un peu plus du quart des aires urbaines (28 sur 100), ce type concentre près de la moitié des périurbains.
- Le type 5 est marqué par très forte surreprésentation des ilots entre 80 et 130 ha et une sous représentation significative des ilots de plus de 130 ha et de moins de 20 ha. Il reflète donc une organisation périurbaine où la population agglomérée se concentre majoritairement dans des ilots importants sans jamais être de très grands ilots. Ce type est peu présent (seulement 6 couronnes) et concerne des agglomérations modestes avec des couronnes de petite taille. C'est pourquoi il ne concerne que 2 % des périurbains.
- Le type 2 est marqué par une répartition équilibrée entre petits et grands ilots. Il est le type le plus proche de l'organisation granulométrique moyenne française. Ce type est présent le long d'une diagonale qui s'étend de Saint Malo à Genève. On dénombre 21 couronnes et 22 % de la population dans ce type.
- Le type 3 est marqué par une surreprésentation des ilots de moins de 20 ha et des ilots entre 40 et 80 ha. Il reflète donc une organisation périurbaine où une grande partie de la population agglomérée se situe à la limite de la dispersion puisqu'elle se concentre dans des ilots très petits. Dans les couronnes de ce type, les ilots « moyens » (entre 40 et 80 ha) jouent surement un rôle de « pôle structurant » de la couronne (notamment pour fixer un certain nombre de services de proximité). Ce

FIGURE 4.18 – Classification granulométrique des couronnes périurbaines



Type	**Profil des types**					**Population**	
	4-20ha	20-40ha	40-80ha	80-130ha	+130ha	**milliers**	**en %**
Type 1	7 %	10 %	20 %	15 %	**48 %**	3 356	48 %
Type 5	7 %	21 %	28 %	**37 %**	8 %	154	2 %
Type 2	9 %	16 %	28 %	20 %	27 %	1 576	22 %
Type 3	**20 %**	17 %	**41 %**	12 %	9 %	669	10 %
Type 4	12 %	**34 %**	33 %	9 %	11 %	1 258	18 %
Moyenne	*11 %*	*19 %*	*29 %*	*16 %*	*25 %*		

Pour le profil des types granulométriques, les valeurs en gras correspondent à un écart type standardisé supérieur à 0,5. Les valeurs correspondant à un écart type standardisé supérieur à 1 sont colorées en rouge, celles correspondant à un écart type standardisé inférieur à -1 son colorées en bleu.

type est présent en Normandie et surtout dans les couronnes des petites et moyennes agglomérations du Sud-ouest de la France. Ce groupe concentre 18 couronnes périurbaines et 10 % de la population périurbaine.
– Le type 4 est marqué par une surreprésentation des ilots de 20 à 40 ha et une sous représentation significative des ilots de plus de 80 ha. Il reflète donc une organisation périurbaine où une grande partie de la population agglomérée se situe dans de petits villages. Ce type est présent essentiellement dans le quart Nord-est de la France (Picardie, Champagne, Lorraine). Ce groupe concentre 24 couronnes périurbaines et 18 % de la population périurbaine.

De manière générale, la carte de la classification granulométrique est cohérente avec la carte de la densité du maillage communal présentée page 111. Sans préjuger d'un quelconque lien de cause à effet entre la superficie de la commune et la taille des ilots de peuplement, on observe toutefois des types granulométriques avec des ilots plus modestes dans les régions où la superficie moyenne des communes est plus faible, et inversement.

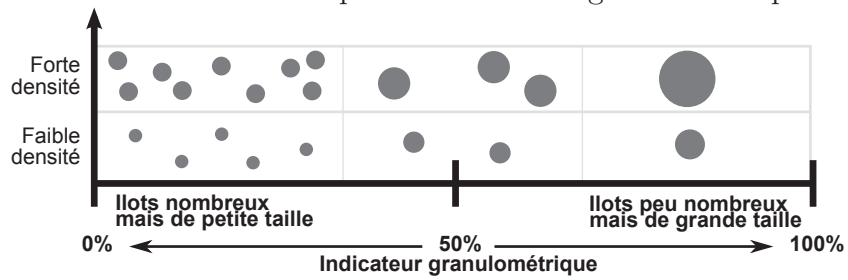
Croisement entre la taille moyenne des ilots et la densité d'ilots dans les couronnes

Une autre approche de l'analyse granulométrique consiste à croiser la taille des ilots et leur nombre. En d'autres termes, il s'agit de placer un curseur qui permet d'identifier dans quelle mesure les couronnes périurbaines, à densité de population égale, sont constituées d'ilots nombreux mais de petite taille ou de peu d'ilots mais de grande taille. L'objectif de cette analyse, qui se veut exploratoire, est de pouvoir comparer l'ensemble des aires urbaines indépendamment de leur taille et de leur densité. En effet, l'analyse granulométrique basée uniquement sur la taille des ilots tend à faire ressortir les grandes agglomérations qui, assez logiquement, possèdent des ilots plus grands et plus nombreux.

Le principe de cette approche s'appuie sur des régressions linéaires, la méthode est détaillée en annexe B, p. 354. À partir de ces résultats statistiques, il est alors possible de réaliser un indicateur simple permettant de situer chaque couronne sur une échelle de 0 % à 100 % où 0 % correspond à une couronne périurbaine avec une infinité d'ilots microscopiques, 100 % à une couronne périurbaine avec un seul ilot très grand et 50 % à un équilibre entre la taille et le nombre d'ilots compte tenu de la densité de la couronne (figure 4.19).

Sur la représentation cartographique de l'indicateur (figure 4.20), on ob-

FIGURE 4.19 – Principe de l'indicateur granulométrique



serve une opposition entre le Nord et l'Est avec une granulométrie plutôt de type « ilots petits et nombreux » et l'Ouest et le Sud avec une granulométrie plutôt de type « grands ilots peu nombreux ». Là encore, comme pour les typologies granulométriques et morphologiques, les oppositions de structures de peuplement entre Nord-est et Sud-ouest sont frappantes.

Il est important de rappeler que l'indicateur granulométrique ne prend en compte que les ilots constitués ayant une surface d'au moins 5–6 hectares, son but étant de renseigner sur la granulométrie des bourgs périurbains indépendamment de la densité de population. Il est donc intéressant de le confronter aux mesures de la dispersion dans les couronnes périurbaines (figure 4.21). Cette confrontation permet de faire ressortir des zones peu dispersées avec des ilots petits et nombreux (le Nord-est de la France), des zones peu dispersées avec des ilots grands et peu nombreux (notamment le Languedoc Roussillon) ou encore des couronnes dispersées avec des ilots grands et peu nombreux (dans le Sud-ouest notamment).

FIGURE 4.20 – Valeur de l'indicateur granulométrique

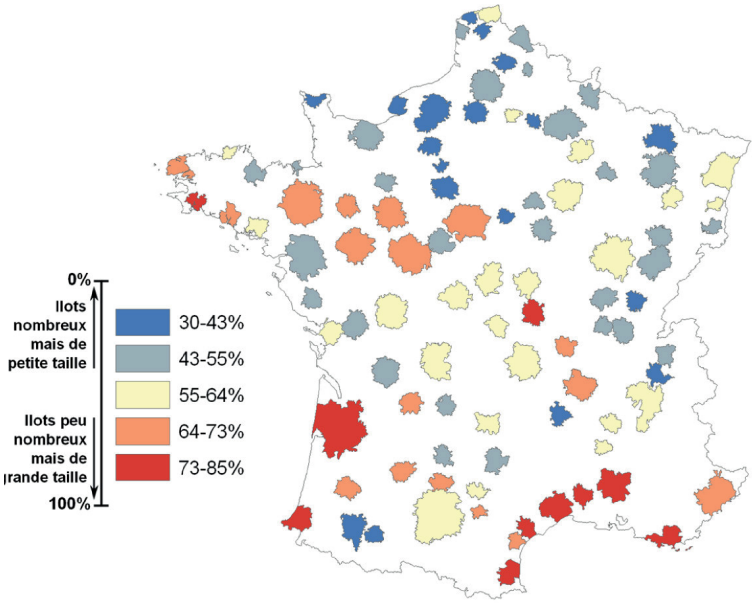
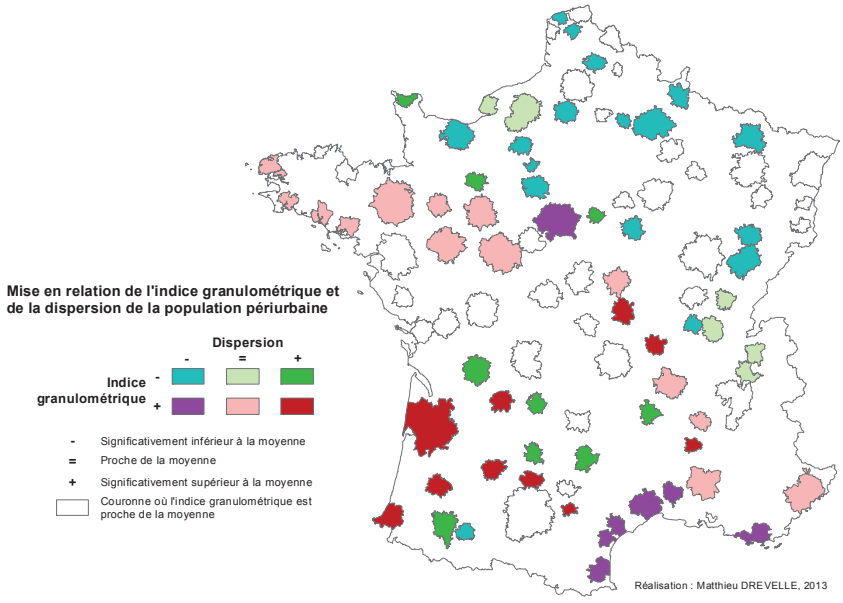


FIGURE 4.21 – Comparaison de l'indicateur granulométrique et de la part de population dispersée



Lecture : Reims (en bleu) possède des ilots nombreux mais de petite taille et une faible dispersion de la population périurbaine. Montpellier (en violet) possède des ilots peu nombreux mais de grande taille et une faible dispersion de la population périurbaine. Bordeaux (en rouge) possède des ilots peu nombreux mais de grande taille et une forte dispersion de la population périurbaine.

4.4 Conclusion : Un périurbain aux formes variées

En partant d'une idée simple, différencier les couronnes périurbaines par leur morphologie et leur granulométrie, nous avons réussi à mettre en évidence une véritable géographie de l'organisation périurbaine en France. Notre démarche a volontairement cherché à utiliser des données courantes, facilement mise à disposition des chercheurs afin de rendre possible — et même d'encourager — la mise à jour de notre travail dans des travaux ultérieurs [4].

D'un point de vue morphologique, ce chapitre a mis en évidence la variété des motifs et des hybridations qu'il est possible de construire et de trouver sur le terrain à partir des trois grandes typologies d'organisation périurbaine : la forme satellitaire, la forme réticulaire et le mitage. En élaborant et en généralisant notre méthode de reconnaissance morphologique des couronnes périurbaines, notre travail a permis de quantifier le nombre et la proportion de périurbains résidant dans chacun des grands types morphologiques. Ainsi, la moitié des périurbains vivent dans des organisations satellitaires et en peu plus du tiers dans des organisations réticulaires. Le mitage, quant à lui, est loin d'être un phénomène anecdotique puisqu'il concentre 15 % de la population périurbaine.

Derrière ces chiffres généraux, l'affinage de notre analyse par couronne nous a permis créer une typologie des couronnes périurbaines et de mettre évidence des organisations claires à l'échelle nationale. Nos conclusions opposent donc une moitié Nord et une côte méditerranéenne entre Montpellier et Perpignan plutôt satellitaire à un Sud-ouest plutôt dispersé. Les formes réticulaires semblent quant à elles plus présentes à proximité des grands fleuves. L'analyse granulométrique a aussi permis de révéler des oppositions entre le périurbain du Nord-est du pays (ainsi que d'une partie du Sud-ouest), plutôt composé de petites unités de peuplement et celui de la moitié Sud-ouest favorisant les grands ilots.

Ainsi, sans le vouloir, l'analyse granulométrique et morphologique du périurbain français fait ressortir la « vieille » ligne Saint Malo – Genève qui depuis le XIX^{e} siècle est utilisée pour l'étude démographique et socio-économique de la France. De là à affirmer que l'ancienne délimitation entre la « France éclairée » du Nord et la « France obscure » du Sud joue un rôle dans l'organisation

4. C'est cette volonté de rendre possible la reprise de ce travail qui explique le style d'écriture très méthodologique des chapitres de la partie 2, style qui peut paraître assez indigeste pour le lecteur.

actuelle des espaces de faible densité, il y a un pas qu'il convient de s'abstenir de franchir sans preuve. Toutefois certaines structures concordent étonnement, reste à savoir si elles influent sur la capacité des espaces à être desservis par les transports en commun.

Chapitre 5

Desservabilité des espaces périurbains par les transports collectifs routiers

Évaluer la desservabilité des différents types d'espaces périurbains est une entreprise complexe, faute de référentiels communs. Certes, de multiples territoires périurbains sont aujourd'hui desservis par le transport collectif départemental ou urbain [1]. Chaque autorité organisatrice adopte cependant une politique de desserte propre pour ces espaces, ce qui rend toute comparaison directe sans portée, dans la mesure où les niveaux de desserte sont variables d'une agglomération ou d'un département à l'autre et d'un secteur périurbain à l'autre au sein d'un même territoire.

Dans le chapitre précédent, nous avons élaboré et appliqué sur une centaine d'aires urbaines un référentiel des types d'agencement périurbain. Notre démarche dans ce chapitre est alors d'utiliser ce référentiel pour mesurer en quoi la diversité des formes actuelles de périurbanisation influence de façon plus ou moins défavorable les conditions de desserte des espaces peu denses par les transports collectifs. Nous avons choisi d'orienter notre approche de la desservabilité des faibles densités selon deux axes :

- Une analyse de la diffusion des usagers à l'intérieur des ilots périurbains à partir des arrêts de bus, afin d'évaluer la taille et la forme « idéale » d'un lieu de peuplement périurbain ;
- La création d'un référentiel commun de desserte des couronnes périur-

1. Du fait de l'émergence des communautés d'agglomérations (et urbaines) comme autorités organisatrices des transports sur des territoires englobant les premières couronnes périurbaines des villes

baines en construisant pour chaque couronne un réseau de desserte théorique répondant à des règles et des objectifs communs. Ce référentiel « réseau » [2] permet alors de mesurer l'impact des formes périurbaines sur le coût de la desserte.

2. Ce réferentiel est une construction théorique de réseaux. Son objectif n'est pas de définir des réseaux cibles à mettre en oeuvre sur le territoire. Sa vocation est, grâce à la création de réseaux répondant à des règles identiques pour chaque couronne, de permettre une analyse comparative des territoires.

5.1 Forme des ilots et « efficacité » des arrêts de transport en commun

La zone desservie par un arrêt de transport est souvent conceptualisée comme un cercle, dont le rayon représente la portée maximale acceptable pour se rendre à l'arrêt, et la surface la zone desservie par l'arrêt. Si cette méthode permet de synthétiser relativement simplement l'espace desservi par un réseau de transport, il peut exister une distorsion relativement importante entre cette accessibilité théorique et l'accessibilité réelle (qui tient compte de la distance effectivement parcourue sur le réseau viaire et des différents obstacles).

5.1.1 Efficacité de la structure des réseaux viaires dans une perspective de diffusion maximale de la zone desservie par un arrêt

Pour mesurer les distorsions entre efficacité théorique et efficacité réelle selon les différentes formes de réseau viaire, nous avons réalisé un certain nombre de mesures dans différents quartiers pavillonnaires de Cape Town en Afrique du Sud. Le choix de ce terrain se justifie à la fois par la disponibilité de données SIG précises en ce qui concerne les rues et les bâtiments [3] et par la variété des structure viaires qu'offre l'agglomération.

Dans le cadre de cet exercice, nous avons mesuré les accessibilités théoriques et réelles autour d'arrêts placés par nos soins au sein de différents quartiers. Nous nous sommes fixés deux contraintes quant à la localisation des arrêts, ils ont donc été situés :

- Sur une route principale pour répondre à une logique de ligne de transport en commun à haut niveau de service (qui par conséquent ne rentre pas dans les lotissements)
- À une intersection afin de maximiser la portée de l'arrêt

Deux cercles blancs représentent l'accessibilité théorique autour des arrêts à 300 mètres et 500 mètres (qui sont des seuils communément admis pour la portée d'arrêts bus et tramway en agglomération). L'accessibilité réelle (également à 300 et 500 mètres) est représentée par des zones vertes. La mesure de la distorsion entre accessibilités réelle et théorique a mobilisé deux indicateurs :

3. Données récupérées dans la cadre d'un mémoire de master 2, réalisé dans le cadre du programme PERISUD (ANR/IRD).

– Un indicateur d'efficacité brute qui mesure la part de recouvrement entre la surface théoriquement accessible et celle réellement accessible. Il se mesure ainsi :

$$\frac{surface_réellement_accessible_pour_un_seuil_r}{\pi r^2}$$

– Un indicateur d'efficacité nette qui mesure le rapport entre le nombre de bâtiments situés dans la zone d'accessibilité réelle et le nombre de bâtiments situés dans le disque d'accessibilité théorique. Il se mesure ainsi :

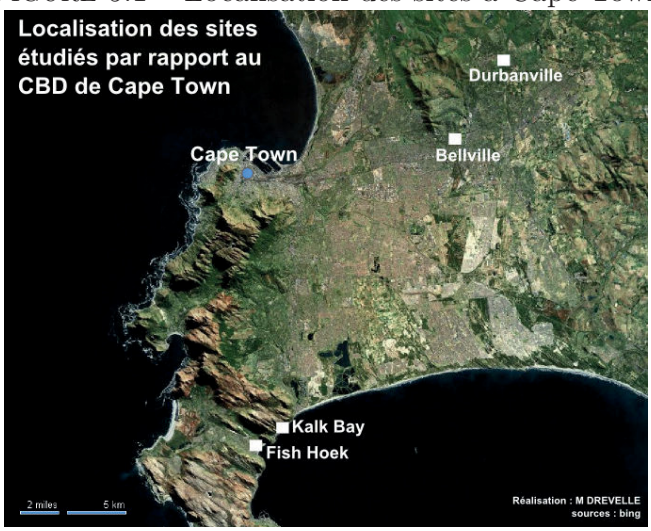
$$\frac{Nombre_de_batiments_dans_zone_d_accessibilité_réelle}{Nombre_de_batiments_dans_disque_d_accessibilité_théorique}$$

L'utilisation de ces deux indices permet à la fois de mesurer l'efficacité des formes de réseau pour maximiser la couverture spatiale des zones accessibles mais aussi d'évaluer leur aptitude à desservir efficacement des espaces réellement bâtis. Nous avons testé quatre types de structure de réseau :

– Une structure de type Garden City (cités jardins pavillonnaire avec présence d'impasses et de boucles)
– Une structure orthogonale, « en damier »
– Une structure de type linéaire
– Une structure hexagonale (structure en « arrête de poisson »)

Ces formes ont toutes été rencontrées dans des quartiers périphériques de l'agglomération de Cape Town à plus de 20 kilomètres du centre-ville (CBD).

FIGURE 5.1 – Localisation des sites à Cape Town



Type garden city (Durbanville) :

Dans les organisations spatiales de type lotissements/garden cities, la distorsion entre accessibilité réelle et accessibilité théorique est très importante. En effet, la structure viaire particulière de ce type d'implantation urbaine, combinant des rues en impasse, des boucles et des tracés sinueux est peu favorable à la réalisation de trajets proches de la ligne droite pour relier deux points. Ainsi, deux lieux très proches à vol d'oiseau peuvent être très éloignés en distance réseau. C'est par exemple ce que l'on aperçoit sur la figure ci-dessous où certaines zones au Nord et au Sud sont très proches du point d'arrêt (à l'intérieur du cercle théorique des 300 mètres) et pourtant très éloignées en distance réseau (puisqu'elles ne sont même pas incluses dans la zone d'accessibilité réelle à 500 mètres).

Dans ce type de zone, il semble primordial d'engager des réflexions sur l'aménagement de cheminements piétons pour percer les impasses et permettre ainsi une meilleure continuité des cheminements à destination des arrêts de transport en commun par la création d'itinéraires directs.

FIGURE 5.2 – Accessibilité théorique et réelle dans un tissus de type lotissement

	Efficacité brute (surface en ha)			Efficacité nette (nbre de bâtiments)		
Portée	théorique	réelle	efficacité	théorique	réelle	efficacité
300 m	28,27	8,6	30 %	151	38	25 %
500 m	78,54	27,62	35 %	416	132	32 %

Réalisation : Matthieu DREVELLE – Source : CoCT

Type damier (Bellville) :

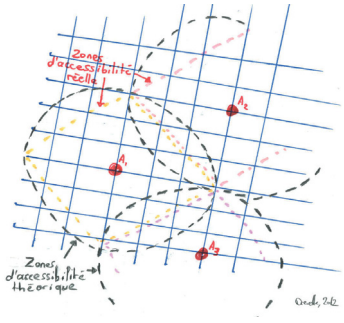
Dans les organisations spatiales de type orthogonale (ou damier), la distorsion entre accessibilité réelle et accessibilité théorique est moins importante que pour les lotissements mais reste assez significative. Toutefois, dans ce type d'organisation viaire, la zone d'accessibilité réelle à une forme fixe et constante : elle correspond au carré inscrit à l'intérieur du cercle d'accessibilité théorique, ce qui mathématiquement correspond à 63,6 % de l'accessibilité théorique. Dans la réalité, la couverture est plutôt comprise entre 50 et 60 %.

FIGURE 5.3 – Accessibilité théorique et réelle dans un tissus de type damier

	Efficacité brute (surface en ha)			Efficacité nette (nbre de bâtiments)		
Portée	théorique	réelle	efficacité	théorique	réelle	efficacité
300 m	28,27	14,64	52 %	353	172	49 %
500 m	78,54	47,25	60 %	569	569	59 %

Réalisation : Matthieu DREVELLE – Source : CoCT

L'intérêt majeur de ce type d'organisation viaire et de la régularité des zones d'accessibilité réelle est de faciliter la rationalisation du placement des arrêts pour couvrir l'ensemble d'une zone avec un nombre minimal d'arrêts. En effet, les zones d'accessibilité réelle s'imbriquent comme un carroyage.

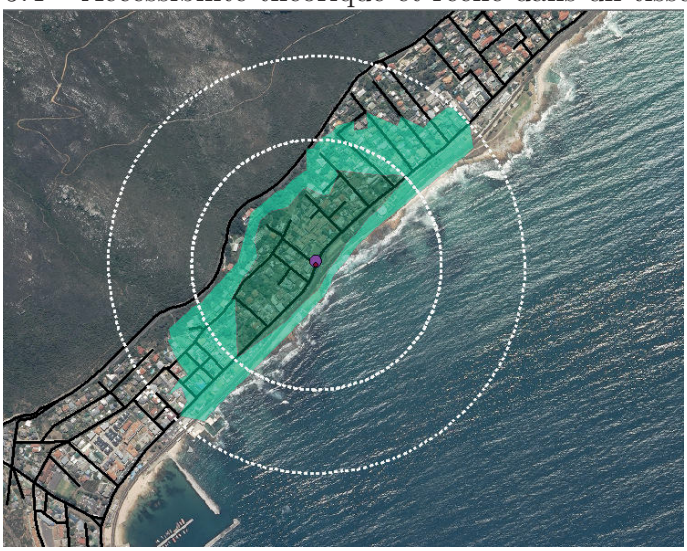


Organisation linéaire (Kalk Bay) :

Dans les organisations spatiales de type linéaire, la distorsion entre accessibilité réelle et accessibilité théorique est très importante si on considère l'accessibilité brute. Toutefois elle est beaucoup plus faible si on considère l'accessibilité nette (c'est-à-dire le ratio entre le nombre de bâtiments situés dans l'aire de desserte réelle de l'arrêt et le nombre total de bâtiments situés dans le cercle d'accessibilité théorique). En effet par définition, l'urbanisation linéaire se fait le long d'un axe, les surface bâties se situent donc sur cet axe, ce qui permet une bonne accessibilité à l'arrêt de transport en commun. Cette configuration est donc particulièrement efficace pour la réalisation d'extensions urbaines facilement desservables par le transport public (par exemple le modèle de Copenhague en « doigts de gant »).

Par ailleurs, cette forme urbaine n'est pas forcement moins dense que les autres. En effets, le nombre de bâtiments situés à l'intérieur du cercle des 500 mètres est certes moins élevé que pour le modèle en damier de Bellville mais il est comparable à celui des lotissements de Durbanville (et l'accessibilité nette réelle y est presque trois fois supérieure).

FIGURE 5.4 – Accessibilité théorique et réelle dans un tissus de type linéaire



	Efficacité brute (surface en ha)			Efficacité nette (nbre de bâtiments)		
Portée	théorique	réelle	efficacité	théorique	réelle	efficacité
300 m	28,27	7,47	26 %	166	129	78 %
500 m	78,54	20,07	26 %	426	345	81 %

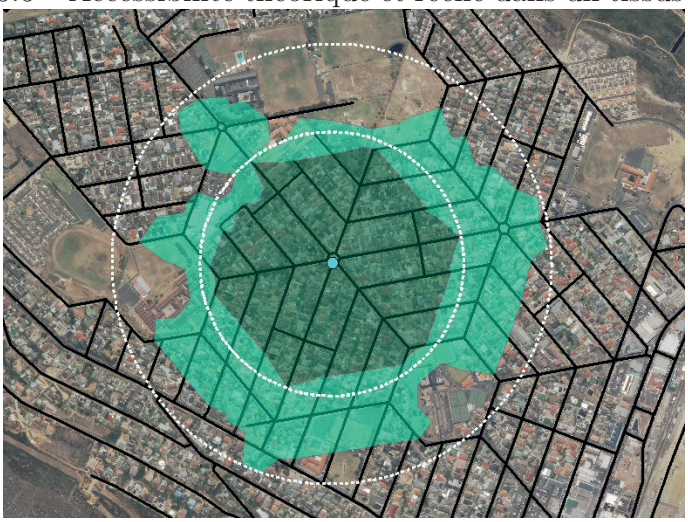
Réalisation : Matthieu DREVELLE – Source : CoCT

Organisation hexagonale (Fish Hoek) :

Dans notre exemple sud-africain, les organisations spatiales de type hexagonal sont celles où la distorsion entre accessibilité réelle et accessibilité théorique est la plus faible. À l'instar des organisations viaires en damier, l'organisation hexagonale offre une zone d'accessibilité réelle de forme constante. Elle correspond ainsi à l'hexagone inscrit à l'intérieur du cercle d'accessibilité théorique, mathématiquement cela correspond à 82,7 % de l'accessibilité théorique. L'observation met en évidence quant à elle un taux de couverture compris entre 75 et 80 %.

Ce modèle d'organisation viaire est assez intéressant à étudier dans la mesure où il se rapproche quelque peu de l'organisation radioconcentrique des bourgs européens, avec des radiales et des liaisons transversales. Cela laisse donc présager une relativement bonne diffusion de l'accessibilité depuis les arrêts dans les ilots périurbains français.

FIGURE 5.5 – Accessibilité théorique et réelle dans un tissus de type hexagonal



	Efficacité brute (surface en ha)			Efficacité nette (nbre de bâtiments)		
Portée	théorique	réelle	efficacité	théorique	réelle	efficacité
300 m	28,27	21,43	76 %	350	278	79 %
500 m	78,54	52,37	67 %	733	565	77 %

Réalisation : Matthieu DREVELLE – Source : CoCT

Quelques enseignements de cette analyse

S'il fallait tirer quelques enseignements de ces exemples, il serait intéressant de revenir sur trois points :

Premièrement, une urbanisation de type linéaire semble favorable à une bonne efficacité des arrêts de transports en commun. Cette organisation est un cas d'école d'articulation entre urbanisme et transport : un axe de transport et des constructions de part et d'autre de cet axe. Si cette organisation est souvent liée à un contexte naturel (relief, mer, fleuve), elle a aussi inspiré de nombreuses villes utopiques (de la Cité linéaire d'Arturo Soria y Mata théorisée à la fin du XIX^{e} siècle à la ville creuse de Maupu).

Deuxièmement, les motifs viaires réguliers engendrent des aires d'accessibilité réelle aux arrêts de forme géométrique. On observe d'ailleurs que les formes viaires où de nombreux axes rayonnent à partir de carrefours entrainent des aires d'accessibilité réelle hexagonale, très proches du cercle d'accessibilité théorique. Ces aires d'accessibilité peuvent s'imbriquer comme un carroyage, permettant de planifier facilement la couverture spatiale d'un territoire en rationalisant le nombre d'arrêts. Sur le plan théorique, les réseaux viaires réguliers semblent particulièrement intéressants ; faut-il encore que les corroyages soient compatibles avec les besoin réels de mobilité.

Enfin, les formes pavillonnaires, avec de nombreuses courbes et impasses engendrent des distorsions très importantes entre accessibilités théorique et réelle. Dans ce type de zone, il semble primordial d'engager des réflexions sur l'aménagement de cheminements piétons ou vélo pour « percer » des impasses et permettre ainsi une meilleure de l'accessibilité dans le tissu urbain.

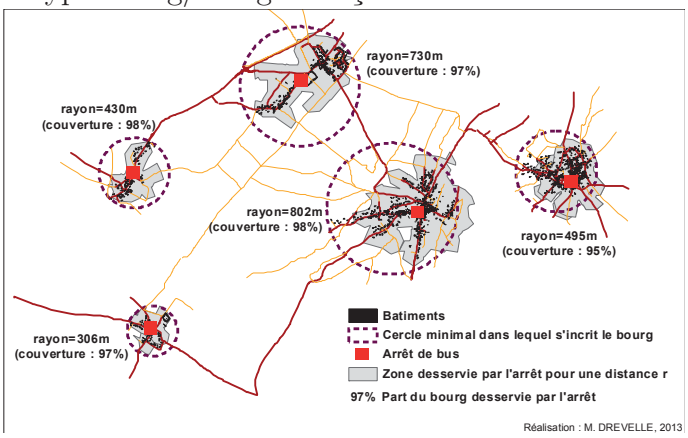
5.1.2 Réflexions sur l'efficacité de la desserte des ilots périurbains français par un arrêt

Efficacité des arrêts dans le périurbain français

Le paragraphe précédent nous a mis en garde contre les distorsions entre accessibilité réelle et accessibilité théorique, gardons toutefois à l'esprit que l'aménagement de cheminements permet dans la majorité des cas de résorber les poches d'inaccessibilité (Brès+Mariolle et al., 2007). De plus, les formes périurbaines françaises semblent plutôt favorables à une diffusion de l'accessibilité de manière homogène dans l'ilot :

– Les ilots de forme linéaire sont par définition construits autour d'un axe unique, ce qui induit une bonne accessibilité de l'arrêt.

FIGURE 5.6 – Comparaison entre accessibilités théorique et réelle dans une morphologie de type bourg/village français



– Les ilots réticulaires sont eux aussi construits autour du réseau. La plupart prennent la forme d'une étoile dont les branches rayonnent autour du centre bourg. Un arrêt placé à la jonction des branches assurera donc un rayonnement de son accessibilité dans l'ensemble du bourg.
– Les ilots satellitaires peuvent d'avantage poser question. Toutefois il apparaît qu'en France, la plupart des villages/bourgs ont comme base une structure radioconcentrique, ce qui garantit une bonne accessibilité à un arrêt placé au centre. Dans ces ilots, c'est surtout l'accessibilité à l'arrêt depuis les lotissements qui peut interroger. C'est dans ce cas que l'aménagement de cheminements est nécessaire pour rendre les circulations plus perméables et ainsi favoriser les trajets proches de la ligne droite.

Ainsi, de manière générale, on observe que la quasi-totalité de la tâche urbaine (plus de 95 %) est couverte lorsqu'on place un arrêt en centre d'ilot avec une portée équivalente au rayon de l'ilot (figure 5.6). En d'autres termes, un ilot de 500 mètres de rayon peut être desservi par un arrêt ayant une portée de 500 mètres. Il y a certes distorsion entre le cercle d'accessibilité théorique et la surface réellement accessible mais les zones non couvertes sont généralement des zones non habitées.

Morphologie et « taille idéale » des ilots

Sur la base de l'hypothèse que, pour les villages ou bourgs périurbains, l'accessibilité réelle à un arrêt situé dans le centre est relativement proche de son accessibilité théorique, nous avons donc choisi de comparer les ilots en

fonction de leur morphologie et du rayon du cercle dans lequel ils s'inscrivent. Le but de cette analyse est d'évaluer l'efficacité des différentes formes d'ilots pour maximiser la surface desservie par un seul arrêt, et par conséquent, de trouver la « taille idéale » d'un ilot selon son type.

En nous basant sur des seuils de 500 mètres et d'un kilomètre (soit respectivement entre 6 et 7 minutes et entre 12 et 15 minutes à pieds), nous avons mesuré pour chaque type d'ilot la surface à partir de laquelle un second arrêt devient nécessaire. Nous avons choisi des seuils plus élevés que ceux communément admis pour les transports en commun urbains dans la mesure où un transport en commun interurbain ne peut pas s'arrêter aussi fréquemment si on souhaite garder une vitesse commerciale acceptable. Un ilot sera considéré comme nécessitant un seul arrêt s'il s'inscrit dans un cercle de rayon 500 mètres ou 1 kilomètre (selon le seuil retenu). Dans le cas contraire, il sera considéré comme nécessitant plusieurs arrêts.

Afin de mesurer le seuil de superficie à partir de laquelle le besoin d'un second arrêt apparaît, nous avons utilisé et adapté à notre sujet la méthode développée par (Haggett et Gunawardena, 1964)(voir encadré 5.1). Les résultats de cette analyse montre que plus un ilot s'éloigne des formes de type linéaire et s'approche d'une forme satellitaire « pure », plus il peut avoir une superficie importante et quand même être desservi par un seul arrêt de transport en commun. Ainsi, si l'on considère une portée de l'arrêt de 1000 mètres, le seuil d'apparition du second arrêt est de 45 hectares pour les ilots de type linéaire, 85 hectares pour les ilots réticulaires et 138 hectares pour les ilots satellitaires (Tableau 5.2). Un arrêt peut donc potentiellement être trois fois plus « rentable » dans un tissu périurbain satellitaire que dans un tissu linéaire.

Ainsi, si on raisonne en termes de « taille idéale » des ilots, on pourrait estimer qu'une forme linéaire est intéressante jusqu'une superficie de 45 hectares. Au-delà, il est préférable d'opter pour des extensions de type réticulaire (par exemple construire le long des autres axes qui mènent au bourg/village). Au-delà de 85 hectares, la forme réticulaire semble atteindre ses limites, il devient alors intéressant de combler l'espace entre les branches de l'étoile (ou entre les doigts de gants) pour tendre vers une forme de type satellito-réticulaire puis satellitaire. Selon notre méthode, un ilot satellitaire peut être desservi par un seul arrêt jusqu'une surface d'environ 140 hectares. Cette surface semble donc être la « surface idéale » d'un ilot périurbain si on poursuit l'objectif de maximiser la taille des ilots en minimisant le nombre d'arrêts à implanter.

Ce chiffre de 140 hectares représente 45 % de la superficie d'un cercle de 1000 mètres de rayon, cette différence vient du fait que la grande majorité des

Encadré 5.1 – Application de la méthode de mesure du « point central » de la zone d'apparition"

La méthode de mesure du « point central de la zone d'apparition » a été la méthode développée par Haggett et Gunawardena (1964) pour mesurer le seuil de population nécessaire pour voir apparaître un service urbain (une boulangerie par exemple). Cette méthode est inspirée de la méthode de Reed Muench, employée en biochimie. Nous l'avons adaptée à notre sujet pour mesurer la superficie à partir de laquelle un ilot périurbain nécéssite un second arrêt de transport collectif pour être desservi.

La figure ci-dessous explique l'application de la méthode pour déterminer le seuil de superficie à partir duquel un second arrêt est nécessaire dans un ilot réticulaire. La courbe orange montre les effectifs cumulés décroissants des ilots desservis par un seul arrêt. La courbe rouge montre les effectifs cumulés croissants des ilots desservis par plusieurs arrêts.

Le graphique montre qu'il existe un niveau inférieur de superficie tel qu'aucun ilot ne possède le besoin d'un second arrêt (dans l'exemple environ 48 ha) ; à l'inverse, il existe un niveau supérieur de superficie tel que tous les ilots ont besoin d'un second arrêt (dans l'exemple environ 155 ha). Entre ces deux niveaux, on note une zone d'apparition du besoin d'un second arrêt, il s'agit d'un intervalle de superficie où certains ilots n'ont besoin que d'un arrêt et d'autres de plusieurs. L'application de la technique de Haggett et Gunawardena permet de mesurer le « point central de la zone d'apparition » ce qui donne le « seuil médian d'effectif T50 ». Ce seuil est le point où les deux courbes se croisent, c'est-à-dire le point où, pour une superficie donnée, la moitié des ilots nécessitent plusieurs arrêts. Sur le schéma, ce seuil est de 85 ha.

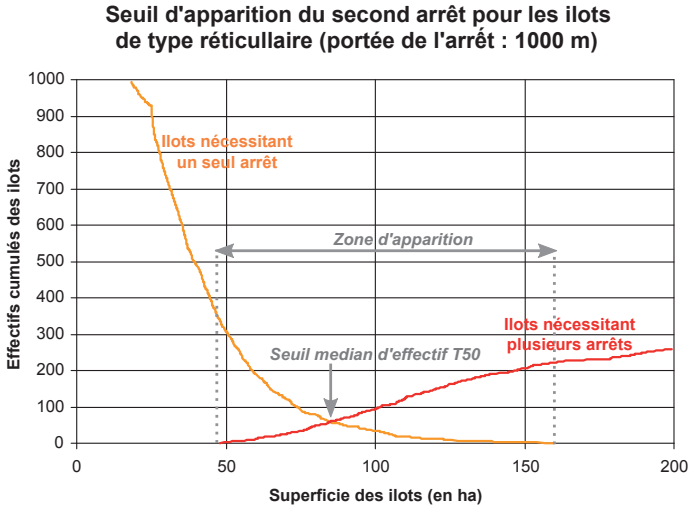


Tableau 5.2 – Seuil d'apparition du second arrêt selon les morphologies

	rayon 500 m	rayon 1000 m
Type linéaire	16,5 ha	45 ha
Type réticulaire	25,5 ha	85 ha
Type satellitaire découpé	28 ha	120 ha
Type satellitaire	32 ha	138 ha

ilots satellitaires tendent plus vers l'ovoïde que vers le cercle parfait. Toutefois, si on considère un objectif de densité de l'ilot, ambitieux mais réalisable, de 45 hab./ha — ce qui correspond à la densité de l'habitat individuel dense, des centres bourgs ou du petit collectif (Belliot, 2006; Zunino, 2009) —, l'ilot de « taille idéale » peut comporter plus de 6 200 habitants, ce qui est relativement important.

Conclusion : la majorité des bourgs périurbains sont dessarvables avec un seul arrêt

À titre de conclusion partielle, si, dans les agglomérations, il est primordial de tenir compte de l'accessibilité réelle plutôt que de l'accessibilité théorique, ce constat peut être nuancé en ce qui concerne les ilots périurbains. En effet, les formes viaires traditionnelles qui prédominent dans ces espaces sont plutôt favorables à une bonne diffusion de l'accessibilité autour de l'arrêt. L'accessibilité nette réelle d'un arrêt bien placé (c'est-à-dire le nombre d'habitations/bâtiments qu'il dessert) est donc proche de son accessibilité théorique. De plus, la taille relativement modeste des ilots périurbains rend assez rare la nécessité de placer un second arrêt. Certes, avec une portée de l'arrêt de 500 mètres, 45 % des ilots nécessitent plusieurs arrêts. Toutefois, si on retient un seuil de 1000 mètres, seuls 9 % des ilots nécessitent plusieurs arrêts ; cette part descend même en dessous de 2 % si on prend un seuil de 1500 mètres. L'amélioration des cheminements vers les arrêts est donc un élément essentiel pour permettre de rationnaliser la desserte du périurbain en limitant le nombre d'arrêts.

Il est cependant important de rappeler que ce n'est pas tant le nombre d'arrêts par ilots qui influe sur la rationalité d'un réseau de transport en commun périurbain (même si cela influe sur la vitesse commerciale) mais d'avantage la structure de la couronne périurbaine et la politique de desserte. Ainsi, il convient d'étudier la position des ilots les uns par rapport aux autres, par

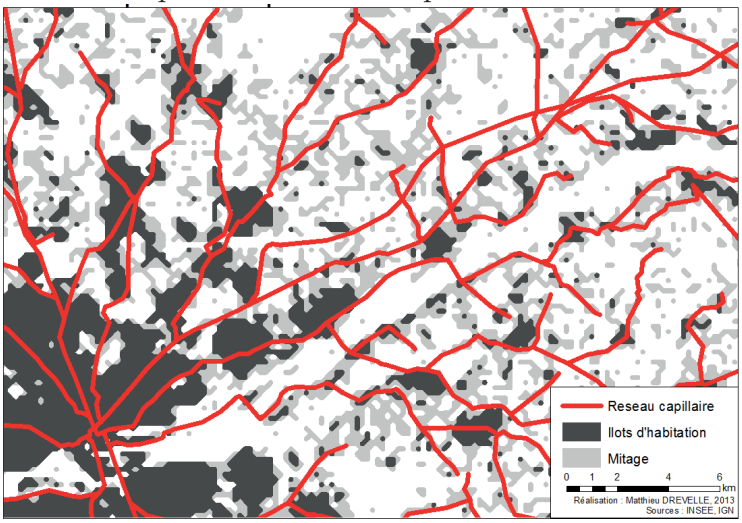
rapport au réseau et par rapport aux ressources à atteindre, puis de voir comment, selon les différentes configurations, les différentes politiques de desserte influent sur la rationalité, l'efficacité et le coût du réseau.

5.2 Coût de la desserte des couronnes périurbaines avec une desserte directe et exhaustive (scénario « capillaire »)

La première méthode de desserte que nous testerons dans notre analyse part d'un objectif volontairement trivial : si la périurbanisation est un phénomène qui se définit par rapport à la ville-centre, la desserte « capillaire » des espaces périurbains consisterait à relier directement chaque habitant du périurbain à la ville-centre [4]. Cette modalité de desserte, qui n'a pas vocation à répondre à la totalité des besoins de mobilité ni à être réaliste, a un objectif double :

- comparer l'efficacité des différentes granulométries et morphologies périurbaines en termes de desservabilité
- établir une valeur étalon du coût de la desserte des différentes couronnes périurbaines afin de quantifier les bénéfices de la rationalisation de la desserte.

FIGURE 5.7 – Exemple de desserte « capillaire » au Nord-est de Nantes



4. Le choix d'un réseau desservant prioritairement le centre de l'agglomération depuis la couronne (en dépit du constat de relative d'autonomie de couronnes) se justifie de plusieurs manière. Premièrement, le pôle urbain concentre encore aujourd'hui 84 % des emplois des aires urbaines et 68 % des actifs périurbains qui ne travaillent pas dans leur commune de résidence y travaillent (24 % travaillent dans la couronne, hors commune de résidence, et 8 % travaillent en dehors de l'aire urbaine). Deuxièmement, les liaisons radiales sont plus favorables à la massification des flux qui nécessaire pour les transport en commun. Enfin, le fait de retenir une modalité simple de desserte permet de généraliser la méthode à une centaine d'agglomérations.

5.2.1 Méthodologie retenue

Définition des points de desserte

Afin de calculer la longueur de réseau nécessaire pour desservir directement l'ensemble des ilots et des zones habitées, il est nécessaire de définir des points de desserte par lesquels passeront les lignes interurbaines à destination du centre. Pour permettre une déserte directe entre tous les ilots et le centre, nous avons positionné un point de desserte au niveau du centroïde de chaque ilot [5]. Pour les ilots nécessitant plusieurs points de desserte, nous prenons l'hypothèse que plusieurs arrêts situés le long de la traversée de l'ilot seront suffisants pour sa desserte. En d'autres termes, le fait qu'une ligne traverse l'ilot est considéré comme suffisant pour sa desserte. Par conséquent, un ilot ne pourra donc pas comporter plusieurs terminus de ligne ou être à la fois traversé par une ligne et être le terminus d'une autre. En ce qui concerne les espaces de mitage, nous avons choisi comme règle de desserte de placer un point d'arrêt au centre de chaque carreau (issu du carroyage Insee de 1 km) contenant au moins 20 personnes ainsi qu'au centre de chaque zone avec au moins deux carreaux contigus possédant au moins 10 habitants. L'ensemble des points de desserte sont ensuite positionnés sur le réseau routier [6] au plus proche de leur position théorique. .

Cette méthode permet une couverture démographique de la couronne périurbaine par le réseau théorique très proche des 100 %, tout en ayant une relative maitrise du nombre de lignes à créer (pas de ligne créée pour la desserte d'un carreau de 3 habitants). Les taux de couverture moyen et médian sont ainsi de 99,1 % de la population périurbaine, la couverture minimale descend à 96,8 % pour Toulon. Toutefois, certaines zones de peuplement se situent à plus d'un kilomètre du réseau routier à notre disposition et sont donc non desservables. Si on exclut ces populations isolées, la couverture démographique moyenne est de 99,3 % et trois quart des agglomérations ont une couverture supérieure à 99 %. La couverture minimale est alors de 98,2 % pour Châteauroux (cf. tableau 5.3).

Création du réseau de transport public

La création du réseau de transport interurbain selon notre scénario de desserte « capillaire » du périurbain a été réalisée avec l'aide d'un logiciel SIG.

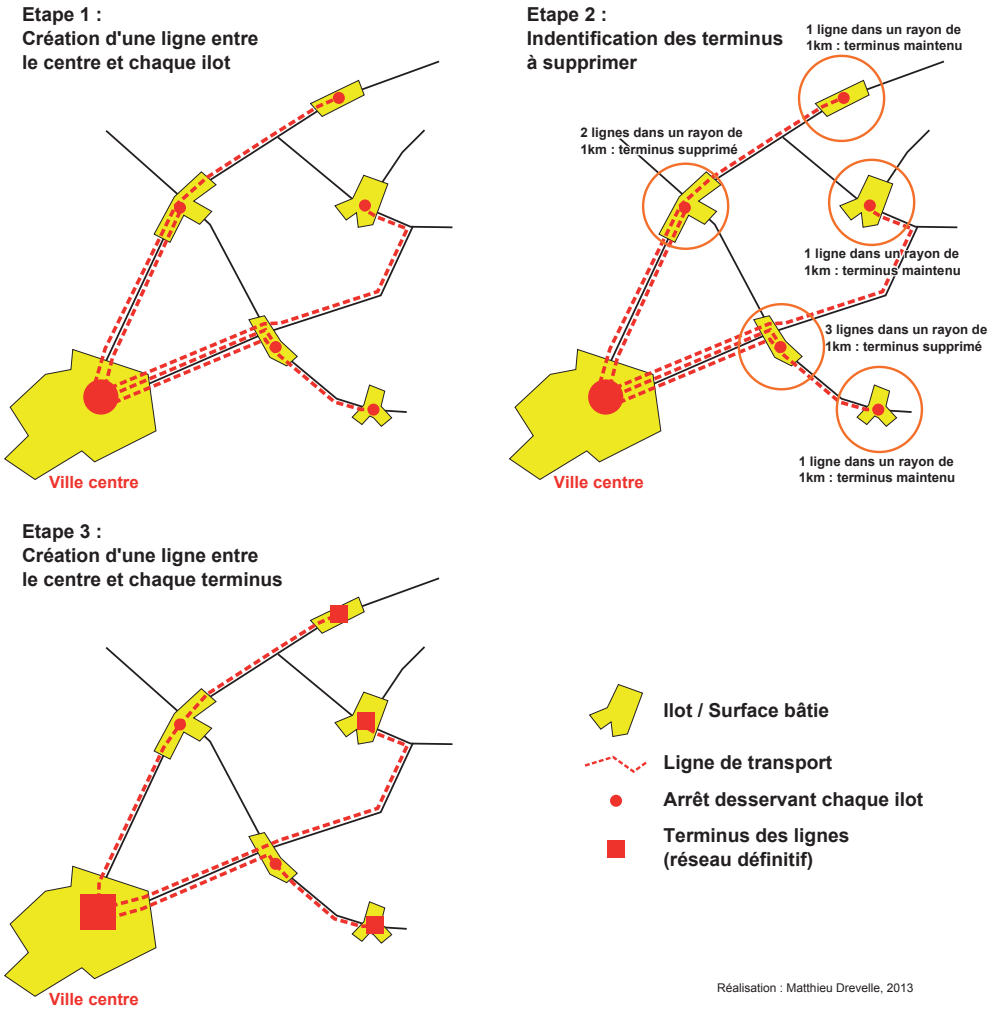
5. Comme nous l'avons vu précédemment, pour une portée de l'arrêt de 1000 mètres (qui est la portée retenue ici), près de 90 % des arrêts ne nécessitent qu'un point de desserte. Un point de desserte unique au centroïde de l'îlot semble donc satisfaisant.

6. Le réseau routier utilisé est la base IGN Route 500 qui décrit plus de 450 000 kilomètres de routes sur le territoire français

TABLEAU 5.3 – Couverture démographique du réseau à 1 km

	Basée sur l'ensemble de la population		**Basée sur la population desservable**	
	Non desservi	couverture	Non desservi	couverture
Min	0,0 %	100,0 %	0,0 %	100,0 %
QI	0,4 %	99,6 %	0,3 %	99,7 %
Mediane	0,9 %	99,1 %	0,7 %	99,3 %
Moyenne	0,9 %	99,1 %	0,7 %	99,3 %
Q3	1,3 %	98,7 %	1,0 %	99,0 %
Max	3,2 %	96,8 %	1,8 %	98,2 %

FIGURE 5.8 – Etapes de création du réseau de desserte



Elle se déroule en trois étapes :

- Dans un premier temps, une ligne est créée entre chaque point de desserte et le centre de l'agglomération par l'itinéraire le plus court. À ce stade, il y a donc autant de lignes que d'ilots et de zones mitées et chaque point de desserte est le terminus d'une ligne.
- Afin d'éviter la création de lignes doublon, et pour éviter les cas d'ilots étant à la fois traversés par une ou plusieurs lignes et terminus d'une autre, nous avons mis en place une méthode de nettoyage automatique de la base de données des points de desserte. Ainsi, si un point de desserte est situé à moins d'un kilomètre de plusieurs lignes, cela veut dire que l'ilot auquel il est rattaché est déjà desservi par une autre ligne. Ce point de desserte est alors supprimé de la base de données. Cette méthode permet ainsi d'extraire les terminus des lignes permettant de desservir l'ensemble de l'aire urbaine, sans doublon.
- La méthode de nettoyage automatique pouvant supprimer un certain nombre de terminus qui sont pourtant nécessaires pour desservir l'aire urbaine, une phase de vérification manuelle a été opérée pour l'ensemble des territoires d'étude. Cette étape permet d'avoir une base « propre » de l'ensemble des terminus des différents réseaux.
- Enfin, à l'aide du logiciel SIG, une ligne est tracée entre chaque terminus et le centre de l'agglomération par le chemin le plus court, ce qui nous permet d'obtenir pour chaque aire urbaine le réseau de desserte directe et totale.

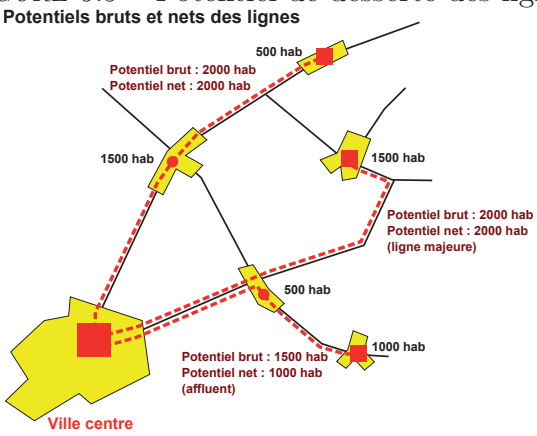
Calcul de la longueur du réseau et de la population desservie

La longueur de chaque ligne est calculée grâce au SIG, elle permet de calculer la longueur totale du réseau nécessaire pour desservir chaque aire urbaine. La population desservie à un kilomètre de part et d'autre des lignes est quant à elle calculée à partir du carroyage de population de l'Insee.

Pour chaque ligne, deux potentiels de desserte ont été calculés. Le premier, que nous appellerons potentiel brut de la ligne, représente le nombre d'habitants situés à un kilomètre autour de chaque ligne, sans se soucier du fait que certains habitants sont desservis par plusieurs lignes. Ainsi, l'addition des potentiels bruts des différentes lignes donnera un total supérieur à la population de la couronne périurbaine (certains habitants étant comptés plusieurs fois).

Le second, que nous appellerons potentiel net de la ligne, représente le nombre d'habitants desservis par une ligne sans prendre en compte les habitants déjà desservis par une autre ligne. Ainsi, chaque habitant n'étant compté

FIGURE 5.9 – Potentiel de desserte des lignes



qu'une seule fois, l'addition des potentiels nets des lignes donne le potentiel total du réseau. Ce potentiel de desserte fonctionne à la manière d'un réseau hydrographique : lorsque plusieurs lignes partagent un tronc commun, celle qui a le plus fort potentiel brut sera considérée comme la ligne majeure, son potentiel net sera égal à son potentiel brut. Les autres lignes seront considérées comme des affluents, leur potentiel net sera égal à leur potentiel brut moins les habitant déjà desservis par la ligne majeure. À l'instar des réseaux hydrographiques, plusieurs niveaux d'affluents sont pris en compte.

5.2.2 Coût de la desserte et lien avec la morphologie et la granulométrie des couronnes

Définition du coût

La définition du coût utilisé dans notre étude ne réfère pas directement au coût monétaire de l'exploitation des réseaux. Nous nous référons davantage au second sens de la définition de coût dans le Larousse : « Conséquence, effet fâcheux d'une situation ». Notre mesure du coût cherche donc à évaluer dans quelle proportion une situation (la structure des espaces périurbains) a des effets plus ou moins fâcheux en termes de structure et de longueur de réseau. Nous avons donc choisi de retenir comme unité de coût l'effort de desserte nécessaire pour desservir la couronne (nombre de kilomètres de ligne) rapporté à la population. Cette unité s'exprime en km de ligne/1000 habitants.

Un lien peut cependant être créé entre notre unité de coût et le coût fi-

nancier des réseaux en définissant un niveau d'offre sur les lignes[7]. À titre d'exemple, si on fixe une offre identique à chaque ligne de 10 allers-retours par jour, un coût de 1km de ligne/1000 habitants revient environ à un effort financier de 15€/habitant/an (hypothèse d'un coût kilométrique de 2,5€/km). Toutefois, la monétarisation des coûts de desserte du périurbain n'est pas le but de ce travail de recherche.

Un coût moyen important qui augmente avec la taille de l'aire urbaine

Les premières analyses du coût d'un réseau desservant l'ensemble des couronnes périurbaines montre que la longueur du réseau nécessaire rapportée au nombre d'habitants est très importante.

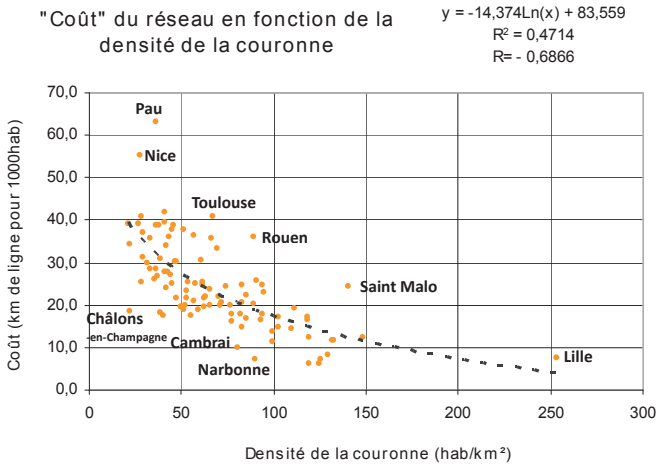
Le résultat de ce calcul de coût d'un réseau desservant directement l'ensemble des périurbains depuis le centre de l'agglomération met en évidence un coût moyen des réseaux de desserte « capillaire » de 24,5 kilomètres de ligne pour 1000 habitants. À titre de comparaison, les résultats d'une recherche sur l'efficacité des réseaux de transports collectifs urbains en province montrent que la quasi-totalité des réseaux ont une densité de desserte comprise entre 0,25 et 1,5 kilomètre de ligne pour 1000 habitants (quelques rares réseaux montant à 2 kilomètres de ligne pour 1000 habitants desservis). Autre comparaison, sur le territoire des couronnes périurbaines de nos 100 terrains d'étude, le réseau ferré Ter propose en moyenne 2,4 kilomètres de ligne pour 1000 habitants desservis (calcul de l'auteur basés sur la population à un kilomètre autour des lignes). Notre réseau de desserte totale du périurbain présente donc une longueur de ligne par habitant bien supérieure à ce qui est observé dans la réalité. D'ores et déjà, sa mise en œuvre apparaît impossible, à moins de réduire au minimum le nombre de service sur chaque ligne.

Derrière ce chiffre moyen de 24,5 kilomètres de ligne pour 1000 habitants se cachent des disparités entre les différentes couronnes. Ainsi, six couronnes ont un coût de desserte inférieur à 10 kilomètres de ligne pour 1000 habitants : Perpignan (6,1), Béziers, (6,3), Narbonne (7,1), Colmar (7,1), Lille (7,5) et Nîmes (8,3). À l'inverse, quatre couronnes ont un coût de desserte supérieur à 40 kilomètres de ligne pour 1000 habitants. Il s'agit de Pau (63,2), Nice (55,1), Brive-la-Gaillarde (42), Toulouse (41) et Cahors (40,8).

Tout comme la longueur de réseau par habitant est plus faible pour les réseaux urbains (plus densément peuplés) que pour le Ter en zone périurbaine

7. Il convient de bien faire la différence entre la desserte qui est l'action de donner accès au réseau et l'offre qui est le nombre de services mis en place sur la ligne.

FIGURE 5.10 – Coût du réseau en fonction de la densité de la couronne



(moins densément peuplé), on observe aussi un gradient entre coût de la desserte et densité de la population au sein des couronnes périurbaines étudiées. Ainsi le coefficient de corrélation entre le coût de la desserte et la densité de la couronne (en hab./ km^2) est égal à -0,69. Ce coefficient est très significatif et induit une relation intense entre les deux variables (figure 5.10). En d'autres termes, plus une couronne périurbaine est dense, plus le coût de sa desserte est faible.

Les aires urbaines constituant notre terrain d'étude étant de taille diverse, nous avons cherché à mesurer le rôle de la taille de l'aire urbaine sur le coût de la desserte des couronnes afin de pouvoir neutraliser cet élément. En mettant en relation le rayon de l'aire urbaine (mesuré par la longueur de la plus grande ligne du réseau) avec le coût de sa desserte (en kilomètres de ligne pour 1000 habitants), nous avons pu mettre en évidence un lien statistique significatif entre ces deux variables (figure 5.11). Le coefficient de corrélation de Bravais-Pearson est en effet de 0,24 (ce qui est significatif au seuil de précision de 0,05 ou 5 %[8]). Ainsi le coût du réseau (en kilomètres de ligne pour 1000 habitants) tend à s'accroitre avec le rayon de l'aire urbaine.

Les résidus des différents points par rapport à la droite de régression permettent de définir un coût de la desserte (en kilomètres de ligne pour 1000 habitants) indépendamment du rayon de l'aire urbaine. À partir de la droite de régression et des écarts-types des résidus, il est aussi possible de caractériser

8. Communément en sciences sociales, on accepte un seuil de précision de 5 % pour conclure à la significativité d'une relation statistique (ce qui signifie que la relation a 5 % de chance d'être due au hasard).

de manière qualitative le coût des réseaux. Les réseaux situés dans l'intervalle « droite du modèle +/- 0,5 écart type » sont considérés comme ayant un coût moyen. Ceux situés au-delà de +0,5 écart type sont considérés comme ayant un coût élevé et ceux situés en deçà de -0,5 écart type sont considérés comme ayant un coût faible. On compte ainsi 29 réseaux ayant un coût élevé, 34 ayant un coût faible et 35 avec un coût moyen.

La cartographie des aires urbaines selon le coût de leur réseau (figure 5.11) met en évidence une concentration d'aire urbaine avec un réseau au coût élevé dans le Sud-ouest de la France. À l'inverse, les aires urbaines avec un réseau au coût faible se situent davantage sur la côte méditerranéenne (Languedoc), en Alsace, en Bretagne et dans le Nord de la France. Les aires urbaines des Pays de Loire et celles situées le long d'un axe Champagne–Sillon Lorrain–Vallée de la Saône–Vallée du Rhône ont un coût de réseau situés dans la moyenne.

La suite de notre analyse se propose d'aller plus loin que la relation avec le diamètre de la couronne périurbaine ou sa densité. Il s'agit alors de trouver en quoi la morphologie et la granulométrie des couronnes périurbaines peuvent influencer le coût de leur desserte.

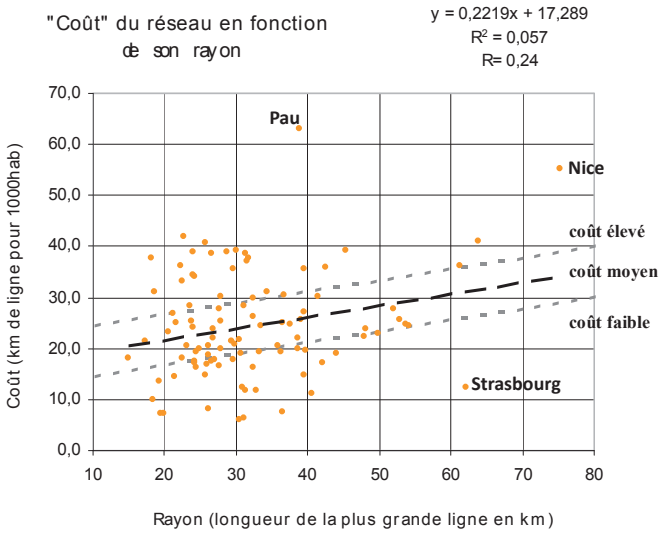
Coût et morphologie : le satellitaire plus efficace que les formes dispersées

La première étape consiste à mettre en relation le coût de la desserte avec la morphologie des couronnes périurbaines, mise en évidence dans le chapitre 4.

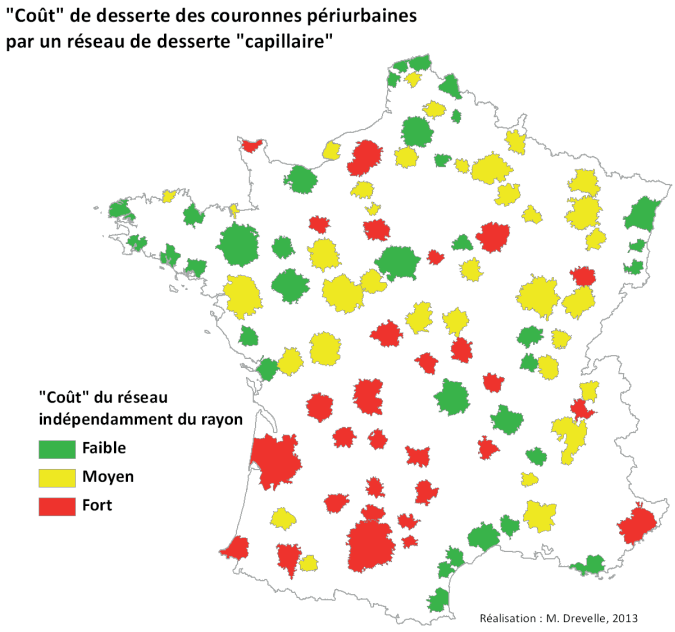
Nous avons d'abord cherché à mettre en relation les caractéristiques morphologiques des couronnes (% de la population habitant dans les espaces satellitaires, réticulaires ou dispersés) avec le coût de la desserte en utilisant le coefficient de corrélation de Bravais-Pearson (tableau 5.4). Les résultats montrent une relation significative positive entre la part de la population habitant dans des espaces dispersés et le coût de la desserte : plus une couronne périurbaine compte une part importante de population dispersée, plus sa desserte par le transport collectif tend à être coûteuse. On observe par ailleurs une relation négative, d'intensité et de significativité moindre, entre la part de la population résidant dans des ilots satellitaires ou réticulaires et le coût de la desserte. Les variables morphologiques étant interdépendantes les unes avec les autres, il est plus difficile d'interpréter ces résultats. Toutefois, on peut estimer qu'une forte part de la population périurbaine résidant dans des ilots satellitaires tendrait à réduire le coût de la desserte des couronnes.

Afin d'aller un peu plus loin dans notre recherche de relation entre mor-

FIGURE 5.11 – Coût du réseau en fonction du rayon des couronnes



Lecture : À partir d'un coût minimum de 26,0 km de ligne/1000 hab., le coût augmente de 0,26 km de ligne/1000 hab. à chaque fois que le diamètre augmente de 1km.



phologie et coût de la desserte, nous avons dans un premier temps envisagé de réaliser un test d'indépendance (khi^2) entre notre typologie morphologique des couronnes périurbaines en 8 classes et l'indicateur qualitatif de coût de la desserte. Ce test permet comparer deux variables qualitatives et de valider ou non l'hypothèse d'indépendance entre ces variables : c'est-à-dire de valider ou non l'hypothèse qui affirmerait que le coût de la desserte est indépendant du type morphologique de la couronne. Toutefois, nos données ne remplissent pas les conditions de réalisation du test (de nombreuses cases du tableau d'effectifs théoriques étant inférieures à 5). Dans ce cas, il convient d'utiliser le test exact de Fisher, plus gourmand en calcul, mais qui a la même fonction que le test d'indépendance du khi^2 (valider ou rejeter une hypothèse d'indépendance) et est valide pour toutes les tailles d'échantillon.

Le test exact de Fisher réalisé sur le tableau de contingence croisant les types morphologiques et les classes de coût est très significatif (avec une p-value de 1,1E-7). Les résultats du test nous permettent donc de rejeter l'hypothèse d'indépendance entre le coût du réseau et le type morphologique des couronnes périurbaines. En d'autres termes, certaines formes morphologiques sont plus « coûteuses » ou plus « économes » que d'autres.

Dans un second temps, nous avons calculé, pour chaque paire morphologie/coût, leur niveau de surreprésentation ou de sous représentation en utilisant le distance du khi^2 entre le tableau des effectifs observés et un tableau d'effectifs théoriques (tableau 5.5). On observe alors que les couronnes de type « très satellitaire », et dans une moindre mesure les couronnes de type « très réticulaire » sont plus nombreuses à avoir un coût de desserte faible dans la situation réelle que dans une situation d'indépendance (c'est-à-dire si le coût de desserte était totalement indépendant du type morphologique). Les couronnes de type « moyen, peu dispersé » tendent à avoir une sous représentation de réseaux ayant un coût élevé. Les couronnes de types « très dispersé » et celles du type « dispersé » présentent une surreprésentation des réseaux ayant un coût élevé et une sous représentation des réseaux ayant un coût moyen et faible.

Une analyse similaire sur la typologie morphologique en 5 classes (définie aussi dans le chapitre 4) et sur laquelle un test d'indépendance du khi^2 est possible donne des résultats comparables : surreprésentation des réseaux ayant un coût élevé et sous représentation des réseaux ayant un coût faible pour le type dispersé et inversement pour le type satellitaire.

Les résultats des tests d'indépendance semblent ainsi en accord avec ceux du coefficient de corrélation de Bravais-Pearson : la dispersion de l'urbanisation périurbaine tend à entrainer des surcoûts pour les réseaux de transports en

Tableau 5.4 – Tableau des corrélations de Pearson entre la morphologie et le coût du réseau

	Coût du réseau indépendamment du diamètre de l'AU	Significativité
% de pop dans satellitaire	-0,321	**
% de pop dans réticulaire	-0,207	*
% de pop dans dispersé	0,704	***

Tableau 5.5 – Tableaux de contingence et de relation entre morphologie (8 classes) et coût de desserte

Tableau de contigence

	coût faible	*coût moyen*	*coût élevé*	Total
type 1 : dispersé	2	2	12	16
type 8 : très dispersé			7	7
type 3 : réticulaire	6	6	3	15
type 4 : satellitaire, dispersé	2	6	4	12
type 2 : "moyen", peu dispersé	9	11	1	21
type 7 : satellitaire	2	7	1	10
type 6 : très réticulaire	5	2		7
type 5 : très satelitaire	8	1	1	10
Total	34	35	28	29

* en kilomètres de ligne pour 1000 habitants, indépendamment du diamètre de l'aire urbaine

Tableau des relations sur ou sous représentées

	coût faible	*coût moyen*	*coût élevé*
type 1 : dispersé	-	-	+++
type 8 : très dispersé	-	-	+++
type 3 : réticulaire			
type 4 : satellitaire, dispersé			
type 2 : "moyen", peu dispersé			-
type 7 : satellitaire		+	
type 6 : très réticulaire	+		
type 5 : très satelitaire	++		

Tableau 5.6 – Tableaux de contingence et de relation entre morphologie (5 classes) et coût de desserte

Tableau de contigence

	coût faible	*coût moyen*	*coût élevé*	Total
type 1 et 8 : dispersé	19	2	2	23
type 4 : satellitaire, dispersé	2	6	4	12
type 2 : "moyen", peu dispersé	9	11	1	21
type 3 et 6 : réticulaire	11	8	3	22
type 5 et 7 : satellitaire	10	8	2	20
Total	34		35	29

* en kilomètres de ligne pour 1000 habitants, indépendamment du diamètre de l'aire urbaine

Tableau des relations sur ou sous représentées

	coût faible	*coût moyen*	*coût élevé*
type 1 et 8 : dispersé	- -	- -	+++
type 4 : satellitaire, dispersé	-		
type 2 : "moyen", peu dispersé	+	- -	
type 3 et 6 : réticulaire	+		-
type 5 et 7 : satellitaire	+		- - -

commun, la forme satellitaire « pure » serait quant à elle plutôt favorable à la constitution de réseaux moins coûteux.

Coût et granulométrie : des réseaux plus efficaces dans les couronnes à grands ilots

Si la mise en relation du type morphologique des couronnes périurbaines avec le coût de la desserte a donné des résultats intéressants, il nous semble aussi important de réfléchir au lien entre granulométrie et coût de la desserte.

À l'instar de la méthodologie suivie pour la morphologie, nous avons d'abord cherché à mettre en relation les caractéristiques granulométriques des couronnes (taille moyenne des ilots et densité d'ilots au sein de la couronne) avec le coût de la desserte (indépendamment du rayon) en utilisant le coefficient de corrélation de Bravais-Pearson (tableau 5.7). Les résultats montrent une relation significative négative avec une intensité importante (R=-0,65) entre la taille moyenne des ilots et le coût de la desserte. En d'autres termes, plus dans une couronne périurbaine, la taille moyenne des ilots est importante, moins sa desserte par le transport collectif tend à être coûteuse. Une relation similaire est observée avec la densité de population de la couronne. D'une manière as-

Tableau 5.7 – Tableau des corrélations de Pearson entre la granulométrie et le coût du réseau

	Coût du réseau indépendamment du diamètre de l'AU	Significativité
Taille moyenne des ilots (ha)	-0,648	***
Densité de population de la couronne (hab./km²)	-0,694	***
Densité d'ilots (nbre d'ilots pour 100km² de couronne)	-0,223	*
Indicateur granulométrique	-0,230	*

sez surprenante, on observe une relation négative significative, bien que peu intense, entre la densité d'ilots (nombre d'ilots pour 100 km² de couronne) et le coût de la desserte : une couronne ayant un nombre important d'ilots par rapport à sa surface tendrait à avoir une desserte moins coûteuse. Ce résultat contre-intuitif est très probablement dû à la corrélation forte entre la densité de population (hab/km²) et la densité d'ilots (nombre d'ilots/100 km²).

Le test du khi² entre notre typologie granulométrique des couronnes périurbaine en 5 classes et l'indicateur qualitatif de coût de la desserte tend à confirmer les résultats de la corrélation. Ce test est très significatif (avec une p-value de 2,7E-7) et nous permet donc de rejeter l'hypothèse d'indépendance entre le coût du réseau et le type granulométrique des couronnes périurbaines. En d'autres termes, il existerait un lien entre granulométrie et coût de la desserte.

En observant le tableau des contributions de chaque paire au khi² (figure 5.8), on observe que les couronnes de type « très grands ilots » sont beaucoup plus nombreuses à avoir un coût de desserte faible dans la situation réelle que dans une situation d'indépendance. Elles sont par ailleurs sous représentées parmi les réseaux ayant un coût moyen ou élevé. Les couronnes de type « ilots très petits et moyens » présentent une surreprésentation de réseaux ayant un coût élevé et une sous représentation des réseaux ayant un coût faible. Les couronnes de type « petits ilots » tendent à présenter une sous représentation des réseaux ayant un coût faible et une sur représentation des réseaux ayant un coût moyen et les couronnes de type « profil moyen » présentent une sous représentation des réseaux ayant un coût fort et une sur représentation des réseaux ayant un coût moyen.

Les résultats du test du khi² et du coefficient de corrélation de Bravais-

Tableau 5.8 – Tableaux de contingence et de relations entre granulométrie (5 classes) et coût

Tableau de contigence

	coût faible	*coût moyen*	*coût élevé*	Total
type 3 : ilots très petits et moyens	1	5	12	18
type 4 : petits ilots	3	13	7	23
type 2 : profil moyen	7	13	3	23
type 5 : grands ilots	2	1	3	6
type 1 : très grands ilots	21	3	4	28
Total	34		35	29

Tableau des relations sur ou sous représentées

	coût faible	*coût moyen*	*coût élevé*
type 3 : ilots très petits et moyens	-		++
type 4 : petits ilots	-	+	
type 2 : profil moyen		+	-
type 5 : grands ilots			
type 1 : très grands ilots	+++	- -	-

Pearson convergent et permettent ainsi de présenter les résultats suivant : les couronnes périurbaines ayant une granulométrie avec des ilots de surface importante seraient plutôt favorables à la constitution de réseaux de desserte moins coûteux. À l'inverse la présence majoritaire de petits ilots tend à induire des coûts de desserte plus importants.

Utilisation des statistiques multi variés pour expliquer le coût de desserte des couronnes périurbaines

Si nos analyses ont permis de mettre en évidence séparément des liens entre coût de la desserte et d'une part la morphologie, d'autre part la granulométrie, il convient de chercher à comprendre si ces deux facteurs ne s'influencent pas mutuellement. Cette partie propose donc d'analyser les effets de la morphologie et de la granulométrie « toutes choses égales par ailleurs ».

Utilisation d'un modèle logistique multiple pour évaluer les effets de la morphologie et de la granulométrie sur le coût de la desserte toutes choses égales par ailleurs

Pour calculer les effets de la morphologie et de la granulométrie toutes

choses égales par ailleurs, nous avons mis en place dans le logiciel R [9] deux modèles logistiques multiples : l'un pour évaluer toute chose égale par ailleurs la probabilité que le réseau ait un coût élevé, l'autre pour évaluer la probabilité que le réseau ait un coût faible. Dans le souci d'avoir un effectif minimal significatif dans chacune des catégories, nous avons retenu la typologie morphologique en 5 classes au lieu de la typologie morphologique en 8 classes.

Dire que le modèle permet d'estimer des effets « toutes choses égales par ailleurs » signifie qu'il exprime l'effet d'un type de morphologie sur le coût de desserte, indépendamment de la granulométrie, et inversement. En d'autres termes, il permet d'estimer la probabilité qu'une couronne du type dispersé ait un fort coût en neutralisant l'effet de la granulométrie (le fait que les couronnes aient des ilots grands ou petits).

Le modèle logistique estime un « paramètre » pour chacune des modalités. Ces paramètres peuvent être interprétés en les transformant en Odds ratio qui expriment des probabilités (rapport de côte). Les odds ratio représentent « le rapport (ratio) entre les chances relatives (odds) des uns et celles des autres » (Mercklé, 2012). Ce modèle permet donc de comparer les types morphologiques et granulométriques entre eux.

Le premier modèle logistique cherche à évaluer les probabilités qu'un réseau ait un coût faible, il exprime les odds ratio entre fonction du type dispersé pour la morphologie et du type petits ilots pour la granulométrie. L'analyse des résultats met en évidence l'impact des morphologies peu dispersées et satellitaires (par rapport aux morphologies dispersées) ainsi que la grande taille des ilots (par rapport au type petit ilots), comme éléments significatifs pour avoir un réseau peu coûteux.

Nous avons aussi réalisé un modèle logistique pour évaluer la probabilité qu'un réseau ait un coût fort, il exprime les odds ratio en fonction du type profil moyen pour la morphologie et pour la granulométrie. L'analyse des résultats met en évidence l'impact des morphologies dispersées et satellitaires-dispersées (par rapport à un profil moyen) ainsi que la petite taille des ilots (là encore par rapport à un profil moyen), comme éléments significatifs pour avoir un réseau coûteux.

Même si l'interprétation des résultats des régressions logistiques et des odds ratio est toujours un peu complexe, nous pouvons conclure cette analyse en affirmant que, toutes choses égales par ailleurs, les types morphologiques présentant une forte dispersion et les profils granulométriques avec des petits ilots

9. R est un logiciel libre de traitement des données et d'analyses statistiques. http ://www.r-project.org/

TABLEAU 5.9 – Résultats de la régression et odds ratio

Probabilité que le réseau "desserte totale" ait un coût faible

Morphologie (référence = "Type 1 et 8 - Dispersé")					
	Paramètre estimé	*Ecart Type*	*Précision*		Odds ratio
Profil moyen, peu dispersé (type 2)	**4,51**	**1,33**	**> 0,0001**	***	**91,1**
Réticulaire (types 3 et 6)	**2,86**	**1,14**	**0,012**	**	**17,4**
Satellitaire, dispersé (type 4)	*non significatif*	-	-	-	-
Satellitaire (type 5 et 7)	**5,30**	**1,44**	**> 0,0001**	***	**200,3**
Granulométrie (référence = "Type 4 - Petits ilots")					
	Paramètre estimé	*Ecart Type*	*Précision*		
Grands ilots (type 5)	**3,67**	**1,72**	**0,033**	*	**39,2**
Profil moyen (type 2)	**2,36**	**0,97**	**0,015**	*	**10,6**
Très grands ilots (type 1)	**5,81**	**1,30**	**0,000**	***	**333,1**
Ilots très petits et moyens (type 3)	*non significatif*	-	-	-	-

Lecture : Toutes choses égale par ailleurs (ici indépendemmnent de la granulométrie), les AU ayant une morphologie "réticulaire" ont en moyenne 17,4 fois plus de chance que les AU ayant une morphologie "dispersée" d'avoir un coût faible du réseau, plutôt que ne de pas avoir un coût faible.

Probabilité que le réseau "desserte totale" ait un coût fort

Morphologie (référence = "Type 2 - Moyen")					
	Paramètre estimé	*Ecart Type*	*Précision*		Odds ratio
Dispersé (type 1 et 8)	**7,68**	**1,91**	**> 0,0001**	***	**2162,2**
Réticulaire (types 3 et 6)	**2,80**	**1,48**	**0,058**	.	**16,5**
Satellitaire, dispersé (type 4)	**4,32**	**1,74**	**0,013**	*	**75,4**
Satellitaire (type 5 et 7)	*non significatif*	-	-	-	-
Granulométrie (référence = "Type 2 - Moyen")					
	Paramètre estimé	*Ecart Type*	*Précision*		
Grands ilots (type 5)	*non significatif*	-	-	-	-
Petits ilots (type 4)	**4,93**	**1,81**	**0,006**	**	**138,2**
Très grands ilots (type 1)	*non significatif*	-	-	-	-
Ilots très petits et moyens (type 3)	**4,12**	**1,54**	**0,007**	**	**61,5**

Lecture : Toutes choses égale par ailleurs (ici indépendemmnent de la granulométrie), les AU ayant une morphologie "réticulaire" ont en moyenne 16,5 fois plus de chance que les AU ayant une morphologie "moyenne" d'avoir un coût fort du réseau, plutôt que ne de pas avoir un coût faible.

augmentent significativement les chances d'avoir un coût élevé de la desserte. À l'inverse, les types morphologiques fortement satellitaires et les profils granulométriques avec de grands ilots augmentent significativement les chances d'avoir un coût faible de la desserte.

Utilisation d'un modèle linéaire multiple pour décrire statistiquement le coût de la desserte des couronnes périurbaines

La dernière étape de notre analyse du lien entre morphologie, granulométrie et coût de desserte des couronnes périurbaines consiste à chercher à expliquer le coût de la desserte à partir d'éléments quantitatifs connus. Pour cela, nous avons utilisé la régression linéaire multiple.

Afin de mener cette analyse nous avons entré dans un premier modèle l'ensemble des paramètres pour lesquels nous avons trouvé un lien statistique significatif (corrélation de Bravais-Pearson) avec le coût de la desserte :

- La longueur de la ligne la plus longue de la couronne périurbaine, en km (Rayon)
- La densité de population de la couronne périurbaine, en hab./km^2 (Dpop)
- L'indicateur granulométrique (voir définition p.148), en % (PartTaille)
- La taille moyenne des ilots de la couronne, en ha (TailleIlot)
- La part de la population dispersée, en % (Disp)
- La part de la population habitant dans un ilot satellitaire, en % (Sat)
- La densité d'ilot dans la couronne, en nombre d'ilots pour 100km^2 (D_ilot)

À l'issue de cette première régression multiple, trois paramètres ont été considérés comme étant non significatifs au seuil de 5 % : la taille moyenne des ilots, la densité d'ilot dans la couronne et la part de la population satellitaire. L'indicateur granulométrique est significatif au seuil de 5 %. Les trois autres paramètres apparaissent quant à eux comme étant très significatifs puisqu'ils sont significatifs au seuil de 0,1 % (le résumé complet du modèle est présenté dans l'encadré C.2, annexe C, p.363).

Nous avons donc réalisé un nouveau modèle en y intégrant uniquement les quatre paramètres significatifs. Le modèle obtenu est de très bonne qualité puisque, avec un R^2 de 0,80, il permet d'expliquer 80 % des variations du coût de la desserte complète des couronnes périurbaines avec seulement quatre paramètres. Le tableau 5.10 présente les coefficients de regression et leur significativité, le résumé complet du modèle est présenté dans l'encadré C.3, annexe C, p.364

L'interprétation du modèle statistique linéaire multiple a l'avantage d'être

moins complexe que celle du modèle logistique. Ainsi, en moyenne, à partir d'un coût initial [10] de la desserte de 26,24 km de ligne/1000 habitants (situation où tous les paramètres sont égaux à 0) :

- Le coût de la desserte augmente de 0,39 km de ligne/1000 habitants quand le rayon du réseau augmente de 1 km
- Le coût de la desserte augmente de 0,48 km de ligne/1000 habitants quand la part de population périurbaine dispersée augmente de 1 %
- Le coût de la desserte diminue de 0,12 km de ligne/1000 habitants quand la densité de population de la couronne augmente de 1 hab/km^2
- Le coût de la desserte diminue de 0,26 km de ligne/1000 habitants quand l'indicateur granulométrique augmente de 1 %, c'est-à-dire quand la granulométrie de la couronne tend d'avantage vers de grands ilots peu nombreux que vers beaucoup de petits ilots.

L'analyse des coefficients centrés-réduits (associée à celle des corrélations linéaires simples avec la variable coût) permet d'évaluer la contribution de chaque variable à l'explication de la variation du coût :

- La part de la population dispersée, en % (Disp) : contribue pour 39 %
- La densité de population de la couronne périurbaine, en hab./km^2 (Dpop) : contribue pour 26 %
- La longueur de la ligne la plus longue de la couronne périurbaine, en km (Rayon) : contribue pour 10 % à l'explication de la variation du coût
- L'indicateur granulométrique, en % (PartTaille) : contribue pour 6 %

On observe alors que, dans l'explication des variations de coûts d'une desserte « directe et totale » entre les aires urbaines, le rôle de la dispersion est plus important que celui de la densité. Cela s'observe en effet par une contribution et un coefficient de régression centré-réduit (ou standardisé) plus importants. Le rayon de la couronne périurbaine est aussi un facteur important, avec un coefficient de régression standardisé équivalent à celui de la densité. Les caractéristiques granulométriques sont celles qui pèsent le moins dans le modèle mais leur influence reste toutefois très significative.

10. Ce coût initial est un coût théorique qui correspond à l'estimation du modèle dans la situation où tous les paramètres sont égaux à 0. Il ne doit donc pas être confondu avec le coût moyen de la desserte qui est lui d'environ 24 km de ligne/1000 habitants.

Tableau 5.10 – Coefficients de régression et significativité (desserte « capillaire »)

	Coeff. de régression	Coeff. de régression centré réduit	Contribution de la variable
% de population dispersée	48.1 ***	0,59	39 %
Densité de la couronne (hab./km²)	-0.12 ***	-0,41	26 %
Rayon de la couronne	0,39 ***	0,42	10 %
L'indicateur granulométrique	-25.5 ***	-0,33	6 %

5.2.3 Coût de la desserte et population desservie

L'analyse du coût de la desserte des couronnes périurbaines peut être complétée en mettant en relation le coût du réseau (en km de ligne/1000 hab.) avec la part de la population desservie. En effet, les coûts de réseau analysés concernent des réseaux desservant 100 % des périurbains de la couronne. L'hypothèse de cette partie reprend les réseaux menés sur le réseau de téléphone américain (Noam, 1991, cité dans Dupuy 1993) : le coût marginal de connexion à un réseau croit de manière importante à mesure que la couverture du réseau s'accroit. En d'autres termes, et pour revenir au thème du transport public, desservir les premiers habitants d'une couronne périurbaine est relativement peu coûteux, mais à mesure que l'on cherche à améliorer la couverture du réseau, le coût des nouvelles lignes est de plus en plus élevé.

Lier coût du réseau et population desservie

Afin de déterminer le coût du réseau en fonction de la couverture de la couronne (% de la population desservie), nous avons, pour chaque couronne, classé les lignes en fonction de leur coût. Nous ensuite calculé les quartiles et déciles de la longueur du réseau, pondérés par la population desservie (kilométrage de lignes nécessaires pour desservir 10 %, 20 % ... 100 % de la population). Le rapport de la longueur du réseau par la population desservie donne alors le coût du réseau en fonction de la couverture démographique de la couronne périurbaine.

La représentation de l'évolution des coûts de desserte en fonction de la part de la population desservie peut être effectuée de deux manières :

– une décomposition des coûts par tranche de décile/quartile : cette modalité permet de représenter le coût de desserte de chaque décile de population indépendamment des autres déciles. Elle présente le coût marginal pour passer d'un taux de couverture à un taux supérieur. Elle permet ainsi de connaître spécifiquement le coût de desserte d'une partie de la population (par exemple celui de la tranche de population située dans le 6e décile des coûts de desserte).
– une décomposition des coûts en fonction de la couverture démographique du réseau : cette modalité, plus simple, permet de représenter le coût moyen d'un réseau desservant x % de la population.

Un coût qui « s'envole » lorsqu'il faut desservir les populations des franges

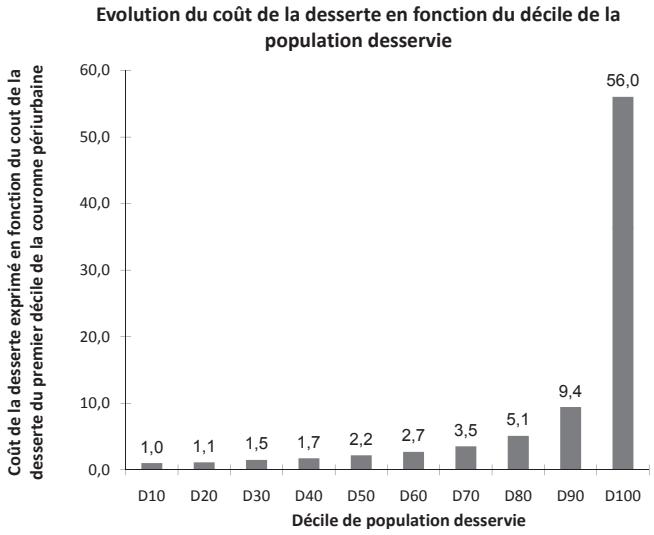
Afin de comparer les différentes aires urbaines, nous avons choisi de transformer, pour chaque couronne, l'évolution des coûts de desserte en base 100 (ou plutôt en base 1). Ainsi, pour chaque couronne, nous avons établi le coût de desserte du premier quartile à 1 et exprimé l'évolution des coûts en fonction du premier quartile.

La moyenne des résultats obtenus sur les 100 couronnes de notre panel d'étude est éloquente. Les coûts de desserte tendent à croitre de manière exponentielle à mesure que l'on cherche à desservir des habitants moins bien situés par rapport au réseau. Ainsi, si en moyenne la desserte du 5e décile de population coûte 2,2 fois plus cher que celle du premier décile, celle du 9e décile coûte 9,4 fois plus cher et celle du dernier décile 56 fois plus cher (figure 5.12 en haut). Cela s'observe également dans le coût par habitant desservi du réseau en général (figure 5.12 en bas). En moyenne, la hausse est modérée jusque 70 % de la population desservie : un réseau couvrant 70 % de la population ne coute, par habitant desservi, *que* deux fois plus qu'un réseau desservant 10 % de la population. Les coûts des réseaux tendent à s'envoler lorsque l'on cherche à desservir les populations des franges, en marge des réseaux : un réseau couvrant 90 % de la population coute par habitant desservi 3,1 fois plus qu'un réseau desservant 10 % de la population ; et un réseau couvrant l'ensemble de la population coute 8,4 fois plus qu'un réseau desservant 10 % de la population (et 4,1 fois plus qu'un réseau desservant 70 % de la population).

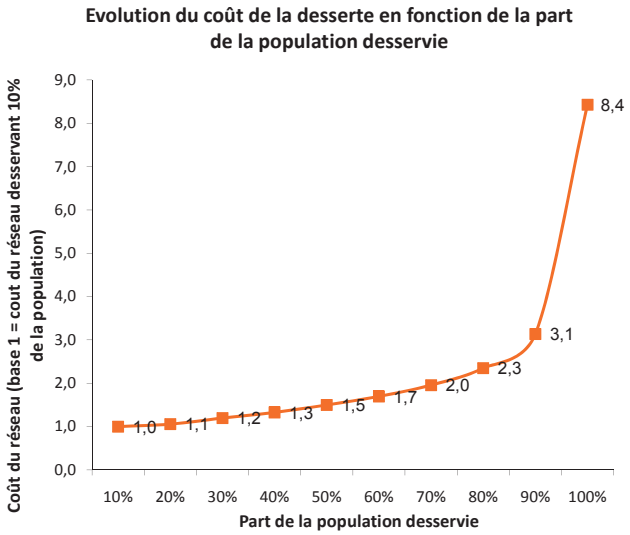
Un lien avec la morphologie périurbaine ?

Les résultats mis en évidence posent évidement la question du rôle de la morphologie périurbaine dans l'importance du surcoût marginal de desserte

FIGURE 5.12 – "Coût" de la desserte en fonction de la couverture démographique (réseau "capillaire")



Lecture : En moyenne, desservir le 7ème décile de la population coûte 3,6 fois plus cher que desservir le 1er décile.



Lecture : En moyenne, un réseau desservant 50 % de la population coûte 1,5 fois plus cher qu'un réseau desservant 10 % de la population

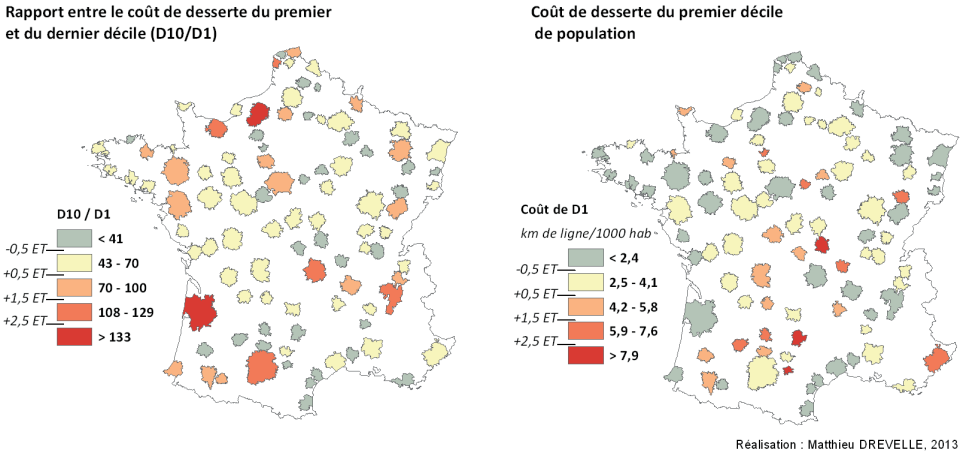
(qui est variable selon les couronnes), notamment le rôle de la dispersion et de la granulométrie.

Une première analyse statistique vise à comprendre le rapport entre le coût de la desserte du premier décile et celui du dernier décile. En effet, si ce rapport est en moyenne de 56, il varie d'un peu plus de 12 (à Cambrai) à 200 (à Rouen). La figure 5.13 (gauche) met en évidence ces différences entre couronnes, on observe alors que le rapport entre le coût de la desserte des premiers et derniers déciles est plus faible dans les petites aires urbaines et inversement. La réalisation d'un modèle linéaire multiple confirme l'existence plusieurs facteurs explicatifs de ces différences entre couronnes périurbaines (voir résumé du modèle dans l'encadré C.4, p.364). Le rapport entre le coût de desserte du premier décile et celui du dernier décile semble pouvoir s'expliquer essentiellement par l'étendue de la couronne (plus une couronne est étendue, plus les lignes nécessaires pour desservir les franges seront longues) et la densité d'ilots pour 100 km^2 (plus il y a d'ilots, plus il faut de lignes pour desservir les franges). La dispersion ou la taille des ilots ne sont pas apparus comme des éléments significatifs. Le surcoût de desserte marginale semble donc lié à l'agencement spatial de la population dans les couronnes, sans réelle influence de la morphologie des ilots ou de la granulométrie. On peut toutefois noter, même si la relation est peu intense, que le rapport entre le coût de la desserte du premier et du dernier décile tend à diminuer à mesure que la proportion de périurbains habitants dans des ilots satellitaires augmente.

La non significativité des variables « dispersion » et « densité de population » peut étonner dans la mesure où il s'agit de variables très importantes pour expliquer les différences de coût entre les réseaux. Toutefois, on peut raisonnablement émettre l'hypothèse que ces deux variables sont non-significatives dans la mesure où elles entrainent un surcoût de desserte dès le premier décile. En effet dès le premier décile, les coûts de desserte (en km/1000 hab) des couronnes diffèrent fortement (figure 5.13 droite). Ils tendent à être significativement plus importants dans les couronnes du Sud-ouest de la France.

Afin de tester cette hypothèse, nous avons réalisé un nouveau modèle en intégrant la valeur (en km de ligne / 1000 habitants desservis) du coût de desserte du premier décile de la couronne (voir résumé du modèle dans l'encadré C.5, p.365). L'ajout de cette variable dans le modèle permet de faire émerger la densité de population et la dispersion comme variables significatives : ce nouveau modèle permet ainsi de mesurer les effets de la morphologie, de la granulométrie et de l'intensité de l'occupation spatiale sur les différences de

FIGURE 5.13 – Rapport D10/D1 et coût de desserte du premier décile



coûts de desserte entre les périurbains les plus facilement desservables et ceux situés dans les marges et les franges. La qualité du modèle est bonne puisqu'il explique 64 % de la variance du ratio « coût de desserte du dernier décile/coût de desserte du premier décile ».

Ainsi, en neutralisant le fait que la base 1 n'est pas la même pour toutes les aires urbaines (par l'introduction de la variable « coût de desserte du premier décile en km de ligne/1000 hab. »), on peut estimer que, à partir d'un ratio « coût de desserte du dernier décile/coût de desserte du premier décile » de base de 13,45 (quand tous les indicateurs valent 0) :

- Le ratio « coût de desserte du dernier décile/coût de desserte du premier décile » augmente de 1,45 quand le rayon du réseau augmente de 1 km
- Le ratio augmente de 1,1 quand la part de population périurbaine dispersée augmente de 1 %
- Le ratio diminue de 0,24 quand la densité de population de la couronne augmente de 1 hab/km^2
- Le ratio augmente de 3,1 quand la densité d'ilots de la couronne augmente de 1 ilot/100km^2

La desserte des derniers déciles de population périurbaine semble donc plus coûteuse dans les aires urbaines peu denses, fortement dispersées et avec un nombre important d'ilots.

5.3 Conclusion : Desservir tous les périurbains, une impasse ?

Le constat d'une desserte des franges extrêmement coûteuse interroge l'universalité des transports en commun. Il amène à deux réflexions en ce qui concerne la desserte des couronnes périurbaines par les réseaux de transports en commun :

- Un véritable travail de réflexion est nécessaire sur l'optimisation des réseaux dans les espaces peu denses afin de réduire, à couverture démographique égale et à niveau de service comparable, le coût de desserte de ces espaces.
- L'objectif de desserte totale des couronnes périurbaines est à questionner tant le coût de desserte des derniers déciles de population est important. Un juste milieu doit alors être trouvé entre la mission de service public du transport collectif (qui se doit de répondre à un objectif d'équité et de justice entre les territoires et les citoyens), la responsabilité individuelle des ménages qui s'installent dans des espaces peu favorables à la desserte en transports collectifs et la responsabilité publique des collectivités qui permettent ces installations.

Notre objectif théorique de couverture totale des couronnes périurbaines par les transports collectifs, offrant une desserte directe du centre ville (motivée par une volonté d'offrir un traitement égal à l'ensemble des habitants périurbains) ne semble ni réalisable, ni réellement souhaitable. La confrontation de notre modèle à la réalité montre qu'un tel réseau ne serait pas soutenable économiquement, a fortiori dans les couronnes où l'on a observé de « mauvaises pratiques » en termes de desservabilité (dispersion des habitants, ilots petits et nombreux, l'éloignement par rapport à la ville centre...).

Il convient alors d'affiner notre recherche en proposant d'autres réseaux théoriques convenant mieux aux situations réelles [11] et maintenant des objectifs ambitieux de couverture et de performance.

11. Tout en ayant conscience que les réseaux radiaux créés par SIG ne répondent qu'à une partie des besoins de déplacements : ceux vers l'agglomération et vers les communes du quadran (c'est-à-dire situées entre la commune de résidence et l'agglomération).

Chapitre 6

Hypothèses de rationalisation de la desserte des couronnes périurbaines

Face au coût important des réseaux permettant une liaison directe de tous les périurbains avec le centre de l'agglomération (scénario « capillaire »), il apparaît nécessaire de réfléchir à des réseaux théoriques de desserte plus rationnels, offrant des coûts d'exploitation plus proche de ce qui est acceptable pour la collectivité. Ce chapitre présente trois propositions de rationalisation de la desserte des couronnes périurbaines, suivant des principes simples :

- Un scénario « hydrographique » : implémentation d'un principe de rabattement des lignes à faible potentiel sur des axes forts. Cette démarche est proche du modèle rhénan, nous avons toutefois choisi de la définir comme un principe « hydrographique » de rabattement, dans la mesure où le réseau obtenu prend l'apparence d'un bassin versant avec sa ligne majeure et ses affluents principaux ou secondaires.
- Un scénario « bi-modal » : il fait varier la portée des arrêts de 1 kilomètre (simulant une approche pédestre) à 4 kilomètres (approche en vélo) (voir encadré 6.1) ;
- Un scénario « grandes radiales » : utilisation du réseau routier structurant (qui par sa vocation de liaison entre villes semble le plus à même à supporter un trafic de véhicules lourds) comme support de la desserte du périurbain.

Pour chaque scénario, nous avons évalué les coûts de desserte des couronnes et identifié les facteurs qui expliquent les variations de coût. La démarche de

ce chapitre est donc de mettre en évidence la meilleure forme de réseau correspondant aux différentes typologies périurbaines, tout en prenant en compte les objectifs de desserte de la population et les contraintes de coût.

Encadré 6.1 – Justification des zones de rabattement des arrêts

Pour créer nos hypothèses de rationalisation, nous avons fixé deux seuils de rabattement : un pour la marche à pied (1 kilomètre) et un plus grand pour les rabattements vélo (4 kilomètres). Ces seuils ont été fixés en estimant que 15 minutes constituent une limite haute de ce qui est acceptable en termes de durée de rabattement. Le tableau ci-dessous présente les temps de rabattement vers une station en fonction de la distance du point d'arrêt et de la vitesse de l'usager. Les vitesses de 4 km/h et 5 km/h pour la marche correspondent à des vitesses usuelles de déplacement (pour information le calculateur d'itinéraire de la RATP utilise une vitesse de marche d'environ 5 km/h et celui de Google map une vitesse d'environ 4,5 km/h). Si on souhaite rester en deçà de 15 minutes de rabattement, une portée maximale de l'arrêt de 1 kilomètre semble souhaitable. La vitesse de 3 km/h correspond d'avantage à la vitesse de marche de publics plus fragiles, pour lesquels 1 kilomètre peut sembler un peu excessif. Pour les vitesses à vélo, nous nous sommes basés sur les chiffres présentés par la RATP dans un rapport de 2012, qui utilise une classification réalisée par l'institut de recherche sur le trafic routier d'Aix La Chapelle : environ 14 km/h pour un cycliste lent et 21 km/h pour un cycliste rapide. Ces chiffres sont complétés par des données issues de comptage de la société PTV qui donnent des vitesses moyennes à vélo entre 16 et 20 km/h (selon la pente et les aménagements). L'observation du tableau ci-dessous permet de retenir 4 kilomètres comme seuil pertinent pour le rabattement vélo.

Distance de l'arrêt	Marche			Vélo		
	3 km/h	4 km/h	5 km/h	14 km/h	16 km/h	20 km/h
0,5 km	10 min	8 min	6 min			
1 km		15 min	12 min	4 min	4 min	3 min
1,5 km			18 min	6 min	6 min	5 min
2 km				9 min	8 min	6 min
3 km				13 min	11 min	9 min
4 km				17 min	15 min	12 min
5 km						15 min
6 km						18 min

*Résultats arrondis à la minutes

6.1 Desserte totale de la couronne avec rabattements TC et correspondances (« réseau hydrographique »)

La première hypothèse d'optimisation de la desserte des couronnes périurbaines conserve les mêmes modalités de couverture que le réseau de desserte « capillaire », c'est-à-dire la desserte de tous les ilots à 1 kilomètre. La différence se situe dans l'organisation du réseau : si dans notre première hypothèse, tous les ilots étaient reliés directement au centre, ici, le réseau est organisé selon un principe de hiérarchisation des lignes et de rabattement.

6.1.1 Méthodologie retenue

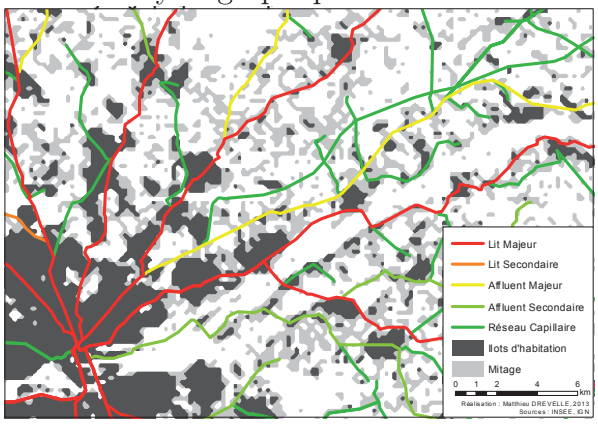
La méthodologie utilisée pour réaliser le réseau de desserte totale avec correspondances utilise les potentiels nets et bruts de chaque ligne (voir définitions p.170) et un principe d'organisation proche d'un système hydrographique. L'importance de la ligne dans le réseau est déterminée grâce au rapport entre son potentiel net et son potentiel brut. Cela permet de déterminer des lignes fortes (dont le potentiel net est proche du potentiel brut) et des lignes secondaires qui, tels des affluents, viennent nourrir les lignes principales via une correspondance (figure 6.1). Notre méthodologie permet de classer les lignes en cinq catégories, par ordre d'importance.

Tableau 6.2 – Classification des lignes du réseau « hydrographique »

Ratio $\frac{PotentielNet}{PotentielBrut}$	**Rang des lignes**
>80 %	Lit Majeur
66 %–80 %	Lit Secondaire
50 %–66 %	Affluent Majeur
25 %–50 %	Affluent Secondaire
<25 %	Réseau mineur

Le nouveau réseau est alors créé selon un principe simple : une ligne est arrêtée, et une correspondance est organisée, lorsqu'elle rencontre une ligne de rang supérieur. Lorsque deux lignes de même rang se rencontrent, elles poursuivent leur chemin en parallèle jusqu'à rencontrer une ligne de rang supérieur. Ce principe permet d'assurer une bonne couverture de la couronne et une hiérarchisation du réseau, tout en évitant l'explosion du nombre de

FIGURE 6.1 – Desserte « hydrographique » du nord-est de l'AU de Nantes



correspondance pour la desserte des ilots isolés[1].

6.1.2 Coût général de la desserte

La comparaison du coût de la desserte du « réseau hydrographique » avec le réseau de desserte « capillaire » est intéressante. Sur l'ensemble des couronnes périurbaines de notre étude, le « réseau hydrographique » permet de réduire de 62 % la longueur de réseau nécessaire pour desservir finement l'ensemble des couronnes périurbaines. La longueur du réseau passe alors de presque de 25 kilomètres de ligne pour 1000 habitants à 9 kilomètres de ligne pour 1000 habitants. Le réseau structurant (rang « lit majeur ») dessert directement depuis ou vers le centre 2/3 de la population périurbaine et présente une longueur de 5,3 kilomètres de ligne pour 1000 habitants (tableau 6.3). Les économies de kilomètres de réseau sont essentiellement réalisées sur le réseau « mineur », c'est-à-dire sur la desserte des espaces à faible potentiel. Ainsi, le nombre de kilomètres de ligne pour la desserte de ces espaces faiblement peuplés et à l'écart des lignes principales de transport est réduit de 78 % (soit divisé par 4,6) par rapport au réseau de desserte « capillaire ».

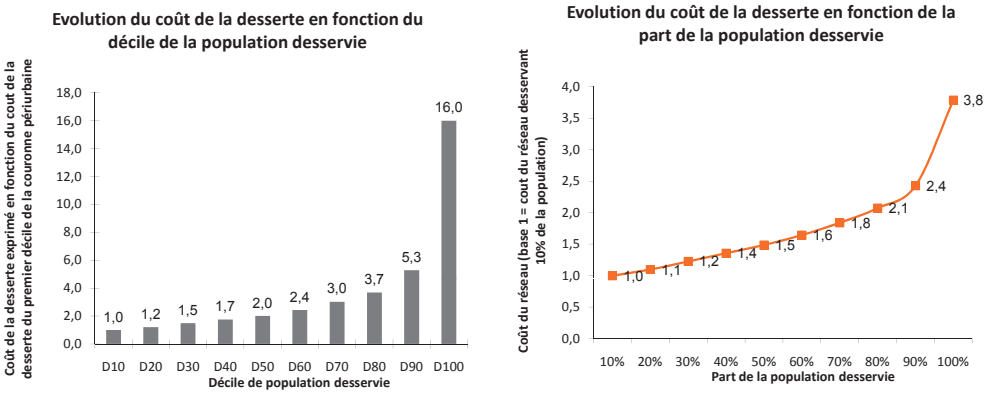
Ce constat se confirme lorsque l'on étudie l'évolution des coûts de desserte moyens par décile (figure 6.2). On observe certes une croissance forte du coût de la desserte à mesure que la couverture démographique du réseau progresse, toutefois cette progression est moins marquée que pour le réseau de desserte « capillaire ». L'accroissement du coût marginal du réseau reste relativement modéré jusqu'au 8^{e} décile : desservir le 8^{e} décile ne coute *que* 3,7 fois plus que

1. Rappelons que les temps de correspondance vont perçus comme particulièrement pénibles (voir l'état de l'art du le sujet dans la section 2.1.2, page 2.1.2.

TABLEAU 6.3 – Caractéristiques et potentiel des lignes du réseau « hydrographique »

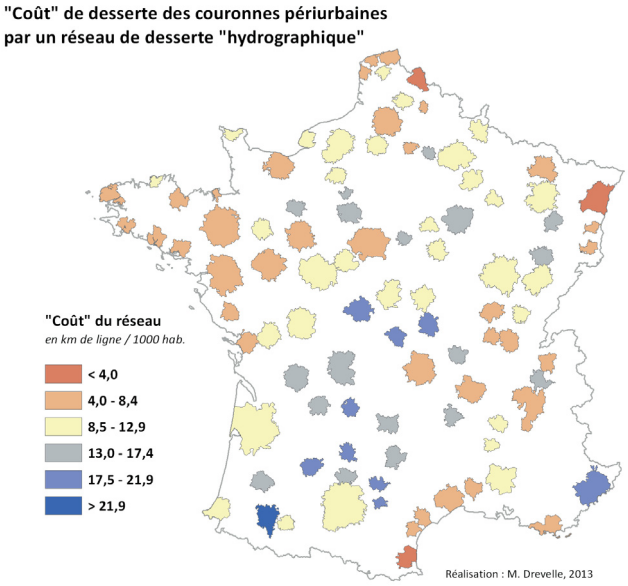
Rang des lignes	Population desservie	Nombre de ligne	Longueur (km)	Potentiel par ligne	Longueur moyenne d'une ligne	km de ligne pour 1000 hab.	Longueur des lignes dans un réseau de type "capillaire"	"économies" de km
Lit Majeur	4 429 642	961	23 422	4609	24,4	5,3	23 422	0%
Lit secondaire	420 309	173	2 923	2430	16,9	7,0	4 035	28%
Affluent Majeur	371 092	206	2 945	1801	14,3	7,9	4 441	34%
Affluent Secondaire	659 612	485	5 782	1360	11,9	8,8	11 096	48%
Réseau mineur	996 118	5148	27 127	193	5,3	27,2	122 073	78%
Total	*6 876 773*	*6973*	*62 199*	*986*	*8,9*	*9,0*	*165 066*	*62%*

FIGURE 6.2 – Coût de la desserte en fonction de la couverture démographique (réseau "hydrographique")



la desserte du premier décile et le coût par habitant d'un réseau desservant 80 % de la population est 2,1 fois supérieur à celui d'un réseau desservant 10 % de la population. De plus, grâce à la hiérarchisation du réseau, le coût de desserte des deux derniers déciles est bien plus faible que pour le réseau de desserte « capillaire » : desservir le 10^{e} décile ne coute *que* 16 fois plus que la desserte du premier décile (contre 56 pour le réseau « capillaire ») et le coût par habitant d'un réseau desservant 100 % de la population est 3,8 fois supérieur que celui d'un réseau desservant 10 % de la population (contre 8,4 pour le réseau « capillaire »).

FIGURE 6.3 – Coût de desserte des couronnes périurbaines par un réseau « hydrographique »



6.1.3 Différence de coûts de la desserte selon les couronnes

Si le coût moyen de la desserte des couronnes par un réseau « hydrographique » est de 8,9 kilomètres de ligne pour 1000 habitants, ce dernier varie de 3,5 kilomètres de ligne pour 1000 habitants (pour Lille et Strasbourg) à plus de 20 (pour Nice, Pau, Cahors ou Montluçon) (figure 6.3).

Afin de comprendre les différences entre couronnes, nous avons réalisé un modèle linéaire multiple. Le tableau 6.4 présente les coefficients de regression et leur significativité, le résumé complet du modèle est présenté dans l'encadré C.6, annexe C, p.365. Après une analyse exploratoire, il est apparu que trois variables suffissent pour expliquer significativement la variance de coût entre les couronnes périurbaines : la densité de population, la part de population dispersée et la taille moyenne des ilots de la couronne. De manière assez surprenante, le rayon de l'aire urbaine n'est pas significatif. Cela est probablement dû au fait que l'organisation « hydrographique », par son système de correspondances, supprime les longs troncs communs parcourus par de nombreuses lignes.

Le modèle obtenu est de bonne qualité puisque, avec un R^2 de 0,74 il permet d'expliquer 74 % des variations du coût de la desserte « hydrographique » des

Tableau 6.4 – Coefficient de régression et significativité (desserte « hydrographique »)

	Coeff. de régression	Coeff. de régression centré réduit	Contribution de la variable
Densité de la couronne (hab./km²)	-0.05 ***	-0,53	33 %
% de population dispersée	14.7 ***	0,475	28 %
Taille moyenne des ilots (ha)	-0.06 **	-0,169	13 %

couronnes périurbaines avec seulement trois paramètres.

Ainsi, en moyenne, à partir d'un coût de base de la desserte de 14,5 km de ligne/1000 habitants (situation où tous les paramètres sont égaux à 0) :

- Le coût de la desserte augmente de 0,14 km de ligne/1000 habitants quand la part de population périurbaine dispersée augmente de 1 %
- Le coût de la desserte diminue de 0,05 km de ligne/1000 habitants quand la densité de population de la couronne augmente de 1 hab/km²
- Le coût de la desserte diminue de 0,06 km de ligne/1000 habitants quand la taille moyenne des ilots augmente de 1 ha

L'analyse des coefficients centrés-réduits et des corrélations linéaires simples permet d'estimer la contribution de chaque variable à l'explication de la variation du coût :

- La densité de population de la couronne périurbaine, en hab./km² (Dpop) : contribue pour 33 % à l'explication de la variation du coût
- La part de la population dispersée, en % (Disp) : 28 % de contribution
- La taille moyenne des ilots (TailleIlot) : 13 % de contribution

Ainsi, dans l'explication des variations de coût d'une desserte « hydrographique » entre les aires urbaines, le rôle de la dispersion et de la densité de population est relativement équivalent. En effet, la contribution et le coefficient de régression centré-réduit de la variable densité de la couronne ne sont que légèrement plus importants que ceux de la variable part de la population dispersée. Les caractéristiques granulométriques (ici la taille moyenne des ilots) pèsent moins dans le modèle avec une contribution et un coefficient de régression centré-réduit moindre. Leur influence reste toutefois très significative.

6.1.4 Un réseau optimisé mais au coût très dépendant des organisations périurbaines

L'introduction du principe de rabattement selon une logique « hydrographique » permet de rationnaliser fortement le réseau de desserte des différentes couronnes périurbaines, tout en maintenant un objectif de distance maximale entre les habitants et le réseau d'un kilomètre. Les effets du principe de rabattement en matière de maitrise des coûts sont très importants pour la desserte des derniers déciles de population. En d'autres termes, en proposant des trajets non directs (une ou deux correspondances selon de degré d'excentricité des lieux à desservir), le réseau « hydrographique » permet d'envisager une bonne couverture démographique du réseau tout en restant dans un certain seuil d'acceptabilité financière (tout du moins par rapport au réseau « capillaire »). Reste encore à évaluer l'acceptabilité des correspondances pour l'usager, mais on peut prudemment avancer que, dans le périurbain lointain, une desserte avec correspondance est plus acceptable qu'une absence de desserte.

Le réseau « hydrographique » présente toutefois de grandes disparités de coût entre les différentes couronnes. Il est particulièrement optimisé pour les couronnes présentant une forte densité de population, une faible dispersion et de grands ilots (comme Lille ou Strasbourg par exemple). Toutefois, dans les villes de la diagonale du vide, et particulièrement celles du Sud-ouest, la mise en place de ce type de réseaux reste extrêmement difficile.

6.2 Desserte totale de la couronne avec rabattements mode doux et correspondances (réseau « bimodal »)

La seconde hypothèse d'optimisation de la desserte des couronnes périurbaines modifie les modalités de couverture des couronnes périurbaines : en se basant sur une hypothèse de rabattement en modes doux (de type vélo), nous avons établi une distance maximale de rabattement de 4 kilomètres (au lieu de 1 kilomètre pour les réseaux précédemment présentés). À l'instar du réseau « hydrographique », le réseau est organisé selon un principe de hiérarchisation des lignes et de rabattement.

6.2.1 Méthodologie retenue

Le réseau « bimodal » est obtenu en 3 étapes, avec comme base le réseau « capillaire » : Dans un premier temps un potentiel intermédiaire à 4 kilomètres est calculé en utilisant la même méthodologie que pour calculer le potentiel net à 1 kilomètre mais avec une portée de la ligne de 4 kilomètres. En d'autres termes, il s'agit de calculer le nombre d'habitants desservis par une ligne à 4 kilomètres sans prendre en compte les habitants déjà desservis par une autre ligne et en établissant une priorité entre les lignes basée sur leur potentiel net à 1 kilomètre. Ce choix se justifie dans la mesure où, même si notre scenario se base sur un accroissement de la portée de la ligne, la proximité immédiate aux services de transports en commun reste un élément important.

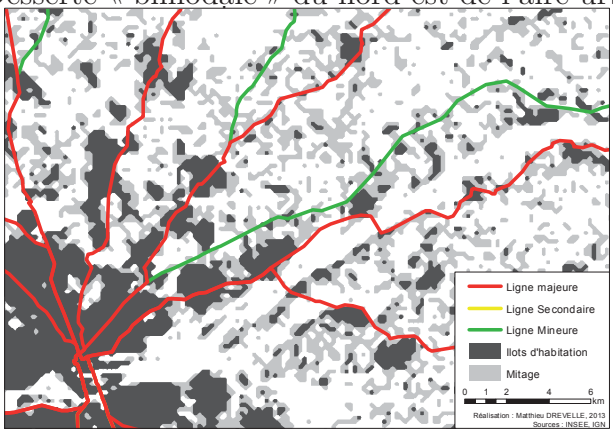
Dans un second temps, certaines lignes, ayant un potentiel intermédiaire faible et dont l'aire d'influence est incluse dans celle de lignes à plus fort potentiel sont supprimées par un nouveau calcul du potentiel à 4 kilomètres établissant une priorité entre les lignes basée sur leur potentiel intermédiaire à 4 kilomètres. On obtient alors le potentiel net à 4 kilomètres des lignes. Enfin, les lignes ayant un potentiel net à 4 kilomètres nul ou très faible (<200 personnes) sont supprimées. Les lignes restantes forment alors le réseau « bimodal ».

À l'instar du réseau « hydrographique », le réseau « bimodal » est hiérarchisé en lignes principales et lignes secondaires en se basant sur le rapport entre le potentiel brut et le potentiel net des lignes. Quatre catégories de lignes sont alors établies (tableau 6.5) : lignes majeures, secondaires et mineures de rang 1 et 2. Toutes les lignes majeures arrivent au centre ville. Dans un souci de cohérence du réseau, un rabattement avec correspondance est organisé entre une

Tableau 6.5 – Classification des lignes du réseau « bimodal »

Ratio $\frac{PotentielNet}{PotentielBrut}$	**Rang des lignes**
>50 %	Ligne majeure
25–50 %	Ligne secondaire
15–25 %	Ligne mineure (rang 1)
<15 %	Ligne mineure (rang 2)

Figure 6.4 – Desserte « bimodale » du nord-est de l'aire urbaine de Nantes



ligne secondaire et une ligne majeure uniquement si la ligne secondaire croise la ligne majeure à l'intérieur de la couronne périurbaine. Si la jonction s'effectue dans l'agglomération, la ligne secondaire est poursuivie jusqu'au centre. Les correspondances entre lignes mineures et lignes de niveau supérieur sont quant à elles systématiques (figure 6.4).

6.2.2 Coût général de la desserte

La comparaison du coût de la desserte du réseau « bi-modal » avec les réseaux de desserte « capillaire » et « hydrographique » met en évidence l'impact des rabattements en modes doux sur les coûts des réseaux de transports en commun. Ainsi, sur l'ensemble des couronnes périurbaines de notre étude, le réseau « bimodal » permet de réduire la longueur de réseau nécessaire pour desservir finement l'ensemble des couronnes périurbaines de 55 % par rapport au réseau « hydrographique » et de 83 % par rapport au réseau « capillaire ». La longueur du réseau passe alors de presque de 25 kilomètres de ligne pour 1000 habitants (réseau « capillaire ») ou de 9 kilomètres de ligne pour 1000 habitants (réseau « hydrographique ») à 4 kilomètres de ligne pour 1000 habi-

Tableau 6.6 – Caractéristiques et potentiel des lignes du réseau « bimodal »

Rang des lignes	Population desservie	en %	Nombre de lignes	Longueur (km)	Potentiel par ligne
Ligne principale	5 451 864	79%	513	13 299	10627
Ligne secondaire	803 046	12%	195	4 758	4118
Ligne mineure (1)	321 576	5%	134	2 661	2400
Ligne mineure (2)	361 048	5%	438	7 232	824
Total	*6 937 534*	*100%*	*1 280*	*27 950*	*5 420*

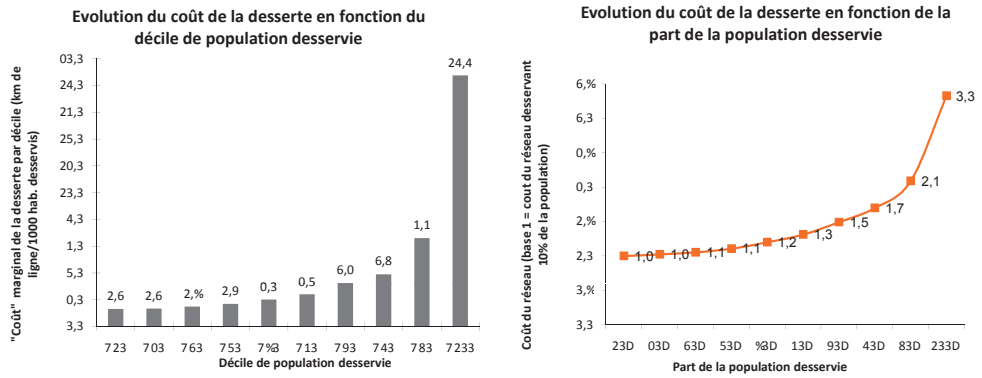
tants, tout en assurant que 99,6 % de la population périurbaine se situe à moins de 4 kilomètres d'une ligne. Le réseau structurant (rang « Ligne majeure ») dessert directement depuis ou vers le centre près que 80 % de la population périurbaine et présente une longueur de 2,4 kilomètres de ligne pour 1000 habitants (tableau 6.6), ce qui est équivalent à la longueur de ligne pour 1000 habitant du réseau Ter dans ces mêmes couronnes périurbaines. Les lignes dites « mineures » présentent des coûts de desserte plus importants (surtout pour les lignes de rang 2), toutefois ces lignes ne concernent qu'une petite proportion de la population périurbaine : 5 % pour les lignes mineures de rang 1 et 5 % pour les lignes de rang 2.

L'observation de l'évolution des coûts de desserte moyens par décile met en évidence une croissance du coût de la desserte à mesure que la couverture démographique du réseau progresse assez comparable à celle observée pour le réseau de desserte « hydrographique ». Ainsi, même dans un réseau particulièrement optimisé et s'appuyant fortement sur les rabattements en mode doux, l'objectif de desservir 100 % de la population engendre des surcoûts importants. Un réseau desservant 80 % de la population ne coutera *que* 1,7 fois plus cher par habitant desservi qu'un réseau desservant 10 % de la population, mais pour obtenir une couverture de 100 %, le réseau nécessaire coutera 3,3 fois plus cher par habitant desservi qu'un réseau desservant 10 % de la population (figure 6.5).

6.2.3 Différence de coûts de la desserte selon les couronnes

À l'instar des réseaux « capillaire » et « hydrographique », on observe d'importantes variations de coût entre les couronnes. Bien que le coût moyen de la desserte des couronnes par un réseau « bimodal » est de 4 kilomètres de ligne

FIGURE 6.5 – Coût de la desserte en fonction de la couverture démographique (réseau « bimodal »)



pour 1000 habitants, ce dernier varie de 1,6 kilomètres de ligne pour 1000 habitants (pour Lille et Strasbourg) à plus de 10 (pour Nice, Pau, et Châteauroux) (figure 6.6).

Afin de comprendre les différences entre couronnes, nous avons réalisé un modèle linéaire multiple. Le tableau 6.7 présente les coefficients de regression et leur significativité, le résumé complet du modèle est présenté dans l'encadré C.7, annexe C, p.366. L'analyse exploratoire fait ressortir deux variables qui expliquent significativement la variance de coût entre les couronnes périurbaines : la densité de population et la part de population dispersée. Les variables (rayon de l'aire urbaine, autres variables granulométriques...) se révèlent non significatives.

Le modèle obtenu est de bonne qualité puisque, avec un R^2 de 0,69 il permet d'expliquer 69 % des variations du coût de la desserte « bimodale » des couronnes périurbaines avec seulement deux paramètres.

Ainsi, en moyenne, à partir d'un coût de base de la desserte de 6,7 km de ligne/1000 habitants (situation où tous les paramètres sont égaux à 0) :

- Le coût de la desserte diminue de 0,04 km de ligne/1000 habitants quand la densité de population de la couronne augmente de 1 hab/km^2
- Le coût de la desserte augmente de 0,05 km de ligne/1000 habitants quand la part de population périurbaine dispersée augmente de 1 %

L'analyse des coefficients centrés-réduits et des corrélations linéaires simples permet d'estimer la contribution de chaque variable à l'explication de la variation du coût :

- La densité de population de la couronne périurbaine, en hab./km^2 (Dpop) :

FIGURE 6.6 – Coût de desserte des couronnes périurbaines par un réseau « hydrographique »

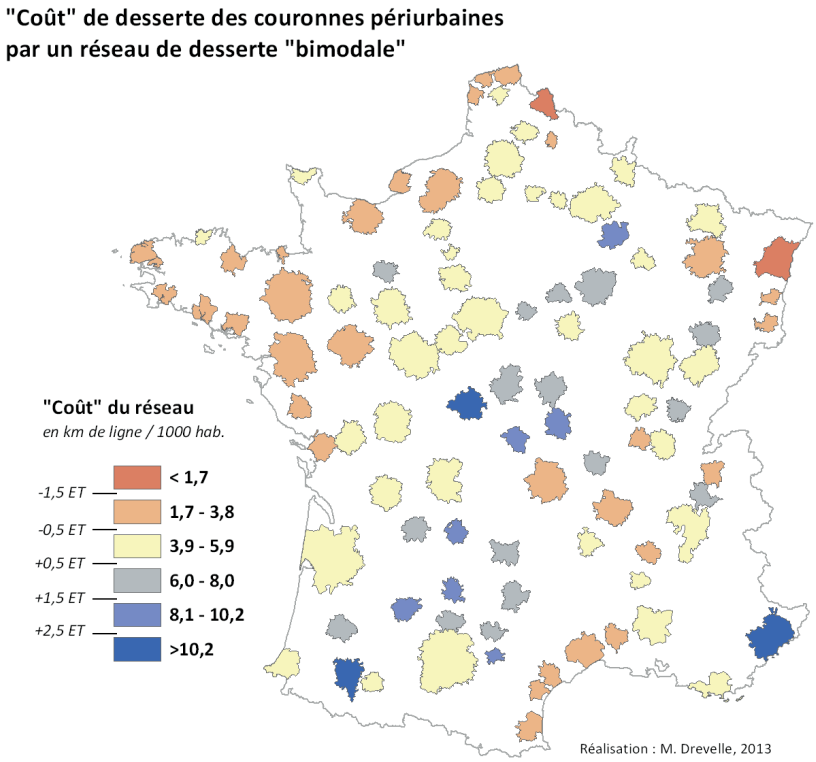


TABLEAU 6.7 – Coefficient de régression et significativité (desserte "bimodale")

	Coeff. de régression	Coeff. de régression centré réduit	Contribution de la variable
Densité de la couronne (hab./km^2)	-0.04 ***	-0,66	52 %
% de population dispersée	4.94 ***	0,30	17 %

contribue pour 52 % à l'explication de la variation du coût
– La part de la population dispersée, en % (Disp) : 17 % de contribution

L'explication des variations de coûts d'une desserte « bimodale » entre les aires urbaines semble donc majoritairement dominée par le rôle de la densité de population de la couronne. En effet, la contribution et le coefficient de régression centré-réduit de la variable densité de la couronne ne sont bien plus importants que ceux de la variable part de la population dispersée. Pour ce type de desserte, l'intensité du peuplement influe plus que la morphologie de la périurbanisation. Quant aux caractéristiques granulométriques, leur influence est non significative.

6.2.4 Un réseau optimisé peu influencé par la morphologie et la granulométrie

En alliant une logique de rabattement hydrographique avec une portée accrue des arrêts (4 kilomètres), adaptée aux rabattements en vélo, le scénario « bimodal » permet une optimisation forte des réseaux de desserte des couronnes périurbaines. Les coûts de desserte sont en effet maitrisés, y compris lorsque l'on vise la couverture complète de la population périurbaine. Cette rationalisation de l'offre se fait cependant au détriment de la proximité entre habitants et réseau, ce qui peut nuire à l'attractivité du système. En effet, tout le monde n'a pas la volonté ou la capacité de se rabattre en vélo vers les arrêts de bus. La mise en service de ce type de réseau doit donc s'accompagner de programmes d'information et d'aide à la mobilité pour éviter que certains périurbains ne se sentent à l'écart de l'offre de transport.

Le réseau « bimodal » n'élimine toutefois pas les disparités de coût entre les différentes couronnes. À l'instar du réseau « hydrographique », il est particulièrement efficace dans les couronnes présentant une forte densité de population et une faible dispersion (Lille et Strasbourg restent les deux villes ayant la desserte la moins coûteuse). Toutefois, l'impact de la morphologie (la dispersion) sur le coût du réseau est moindre dans le réseau « bimodal » que dans le réseau « hydrographique » ; l'impact de la taille des ilots est quant à lui non significatif. En d'autres termes, l'augmentation de l'aire d'influence du réseau à 4 kilomètres permet d'atténuer les disparités morphologiques et granulométriques des couronnes : l'utilisation du vélo comme mode de rabattement est donc une solution à envisager pour offrir une desserte périurbaine de qualité dans les couronnes dispersées ou composées de petits ilots.

6.3 Liaisons TC uniquement sur les grandes pénétrantes (« réseau grandes radiales »)

La dernière hypothèse d'optimisation de la desserte des couronnes périurbaines abandonne l'objectif de couverture totale de la couronne périurbaine. Elle propose la mise en place de lignes sur l'ensemble des grands axes pénétrants en direction du pôle urbain. Le réseau suit donc une orientation radiale, couplé à des rabattements mode doux d'une portée de 4 kilomètres.

6.3.1 Méthodologie retenue

La méthodologie utilisée pour réaliser le réseau « grande radiale » est très simple dans la mesure où elle est basée sur la hiérarchisation des axes routiers desservant le pôle urbain depuis la couronne périurbaine. La hiérarchisation retenue n'est pas la classification administrative du réseau routier français (autoroutes, nationales départementales) mais une classification réalisée par l'IGN, basée sur l'importance des tronçons de route pour le trafic routier. Cette classification comporte quatre catégories type autoroutier, liaison principale, liaison régionale et liaison locale qui permettent un maillage de plus en plus dense du territoire (figure 6.7 en haut).

Pour créer nos réseaux « grandes radiales », nous avons uniquement retenu les routes classées « type autoroutiers » (autoroutes et routes express à chaussées séparées et carrefours dénivelés) et celles classées « liaisons principales » (qui ont pour mission d'assurer les liaisons à fort trafic à caractère prioritaire entre agglomérations importantes et d'offrir une alternative à une autoroute si celle-ci est payante). Une ligne entre le centre de l'agglomération et la limite de l'aire urbaine a été créée sur chacun de ces axes. Toutefois, certaines routes à vocation de « liaison principale » sont parallèles et très proches d'un axe autoroutier (dues à leur mission d'alternative gratuite). Dans ce cas nous n'avons gardé, pour y mettre une ligne de transport collectif, qu'un axe sur les deux, à savoir celui qui a le meilleur potentiel de desserte. Par ailleurs, nous avons gardé les liaisons régionales en cœur d'agglomération pour que les lignes puissent atteindre le centre-ville (figure 6.7 en bas).

6.3.2 Coût de la desserte

La comparaison du coût de la desserte du réseau « grandes radiales » avec le réseau « bimodal » est intéressante puisqu'il s'agit de deux réseaux s'appuyant sur des rabattements en mode doux. Pour desservir l'ensemble de la

FIGURE 6.7 – Desserte « grandes radiales » du nord-est de l'AU de Nantes

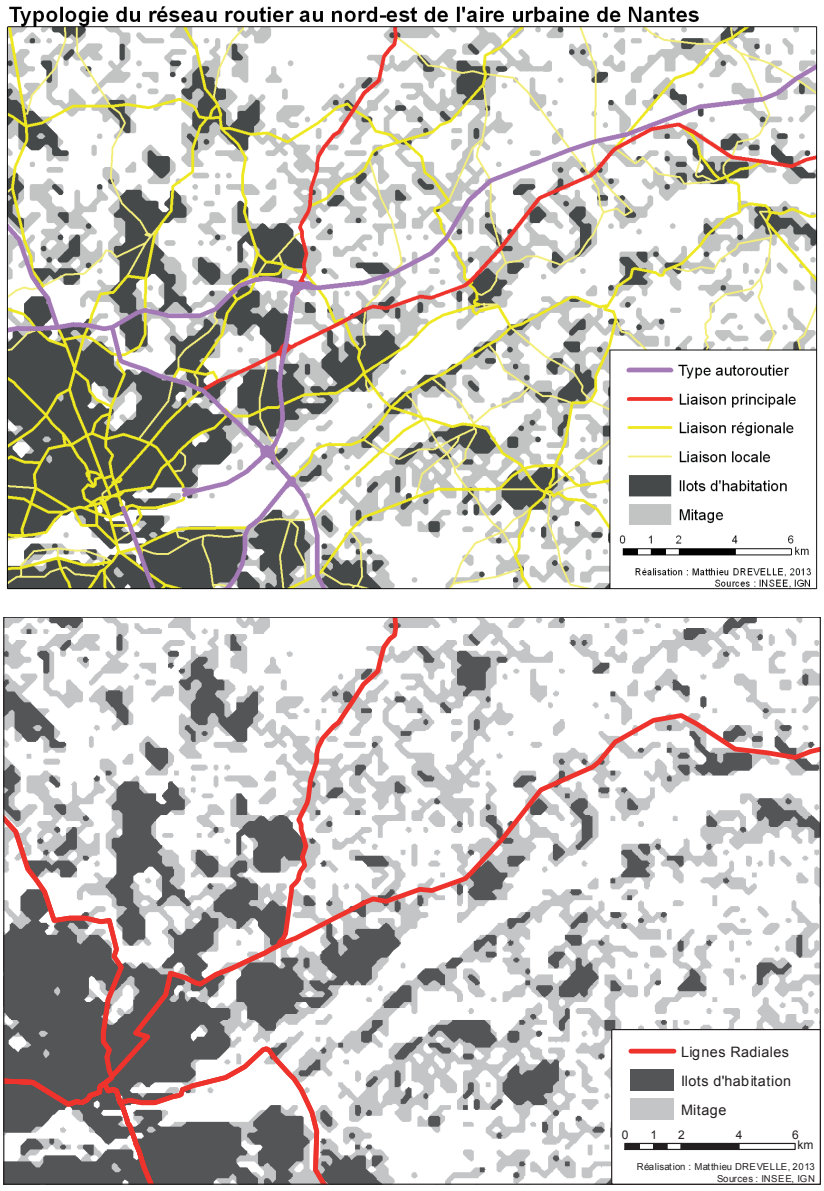
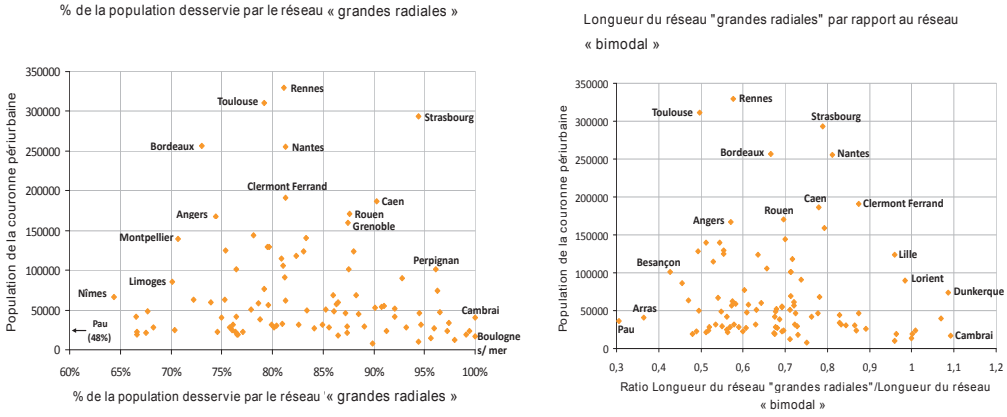


FIGURE 6.8 – Couverture démographique et coût par rapport aux réseaux « bimodal » des réseaux « grandes radiales »



population périurbaine des couronnes étudiées, le réseau « bimodal » nécessite environ de 28 000 kilomètres de ligne. Le réseau « grandes radiales » quant à lui possède 18 200 kilomètres de ligne, soit un réseau 35 % plus petit. Toutefois là où le réseau « bimodal » dessert 99,6 % de la population périurbaine, le réseau « grandes radiales » n'en dessert en moyenne que 82 %. Le coût de desserte des deux réseaux par habitant desservi est donc assez proche : 3,2 kilomètres de ligne pour 1000 habitants pour le réseau « grandes radiales » contre 4,0 kilomètres de ligne pour 1000 habitants pour le réseau « bimodal ». Il semble alors intéressant de mettre en relation le taux de couverture démographique et l'optimisation du réseau « grandes radiales » par rapport au réseau « bimodal ».

Si la couverture démographique moyenne des réseaux « grandes radiales » est d'un peu plus de 80 %, celle-ci peut varier de 48 % pour Pau à 100 % pour Cambrai ou Boulogne sur Mer (figure 6.8 gauche). Dans la majorité des grandes agglomérations, la couverture démographique est comprise entre 70 et 90 %. De même, le ratio entre la longueur du réseau « grandes radiales » et la longueur du réseau « bimodal » varie de 0,3 pour Pau (soit un réseau « grandes radiales » beaucoup plus court que le réseau « bimodal ») à presque 1,1 pour Cambrai, Boulogne sur Mer ou Dunkerque (soit un réseau « grandes radiales » plus long que le réseau « bimodal »). Les grandes agglomérations ont un ratio compris entre 0,5 et 0,8 (figure 6.8 droite).

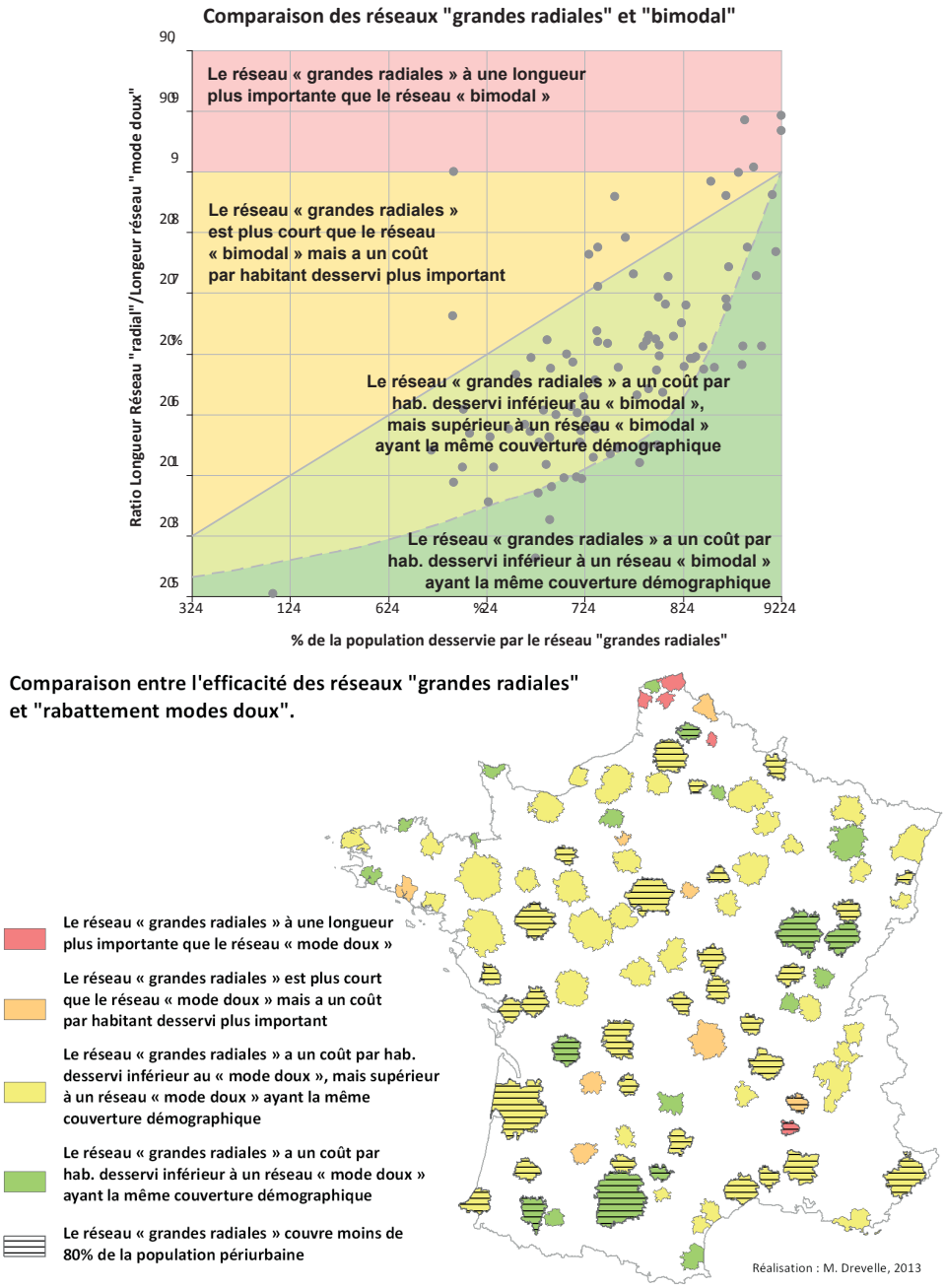
L'analyse croisée de la couverture démographique des réseaux « grandes radiales » et du ratio de longueur entre les réseaux « grandes radiales » et « bimodal » est intéressante. En effet, elle met en évidence un lien statistique fort entre les rapports de coût entre réseaux « bimodal » et « grandes radiale »

et la couverture du réseau « grande radiale ». Ainsi, avec un coefficient de corrélation de Pearson de 0,65 et un R^2 de 0,42, on peut affirmer que 42 % du rapport entre la longueur du réseau « bimodal » et celle du réseau « grandes radiales » peut être expliqué par la différence de couverture démographique. En d'autres termes, le réseau « grandes radiales » est moins « coûteux » que le réseau « bimodal » là où sa couverture est moindre. Les écarts entre les deux réseaux tendent à se réduire lorsque le réseau « grandes radiales » possède une bonne couverture démographique (figure 6.9).

Cette analyse croisée permet par ailleurs de classer les villes en quatre catégories :

- Les villes où le réseau « grandes radiales » a une longueur plus importante que le réseau « bimodal » (5 villes). Cette catégorie concerne essentiellement des petites agglomérations du Nord de la France. Dans ces villes, le réseau « grandes radiales » n'est pas optimal, en effet, il y offre une couverture démographique moindre avec un réseau plus important.
- Les villes où le réseau « grandes radiales » a une longueur moins importante que le réseau « bimodal » mais un coût par habitant desservi plus important (10 villes). Dans ces villes aussi le réseau « grandes radiales » n'est pas optimal. En effet, même si le réseau « grandes radiales » permet d'y réduire le kilométrage de ligne, la dégradation de la couverture démographique est proportionnellement plus importante que les gains procurés par l'optimisation du réseau.
- Les villes où le réseau « grandes radiales » a un coût par habitant desservi plus faible que le réseau « bimodal », mais plus important qu'un réseau « bimodal » ayant la même couverture démographique (64 villes). Dans ces villes, le réseau « grandes radiales » peut apparaitre comme un réseau plus efficace que le réseau « bimodal » dans la mesure où il propose un coût par habitant desservi plus faible. Toutefois comme nous l'avons vu précédemment, la couverture démographique d'un réseau et son coût par habitant desservie ne sont pas proportionnels selon une relation linéaire. Ainsi, en se basant sur nos analyses précédentes, nous pouvons affirmer qu'un réseau « bimodal » desservant 90 % de la population ne fait pas 90 % de la longueur d'un réseau desservant 100 % de la population mais 63 % (car le coût marginal de desserte du dernier décile est très élevé). Pour les agglomérations de cette catégorie, il apparaît alors que le réseau « grandes radiales » est moins efficace qu'un réseau « bimodal » théorique ayant la même couverture démographique.
- Les villes où le réseau « grandes radiales » a un coût par habitant des-

FIGURE 6.9 – Comparaison des réseaux "grandes radiales" et "bimodal"



servi plus faible qu'un réseau « bimodal » ayant la même couverture démographique (21 villes). Ces villes se situent essentiellement le long de la Manche, dans le Sud-ouest et dans l'Est. Dans ces agglomérations, le réseau « grandes radiales » est plus optimisé que le réseau « bimodal ». Si dans certaines de agglomération de cette catégorie, le taux de couverture démographique est proche de 100 % (3 agglomérations avec une couverture >95 %), dans d'autres il reste faible (7 agglomérations, dont Toulouse et Dijon, ont une couverture <80 %). Il convient donc d'interroger la pertinence d'une solution de desserte laissant de coté une part importante de la population périurbaine.

6.3.3 Différence de coûts de la desserte selon les couronnes

À l'instar des autres réseaux théoriques, on observe d'importantes variations de coût entre les couronnes. Bien que le coût moyen de la desserte des couronnes par un réseau « grandes radiales » est de 3,2 kilomètres de ligne pour 1000 habitants, ce dernier varie de 1,4 kilomètres de ligne pour 1000 habitants (pour Strasbourg) à plus de 8,5 (pour Agen) (figure 6.10).

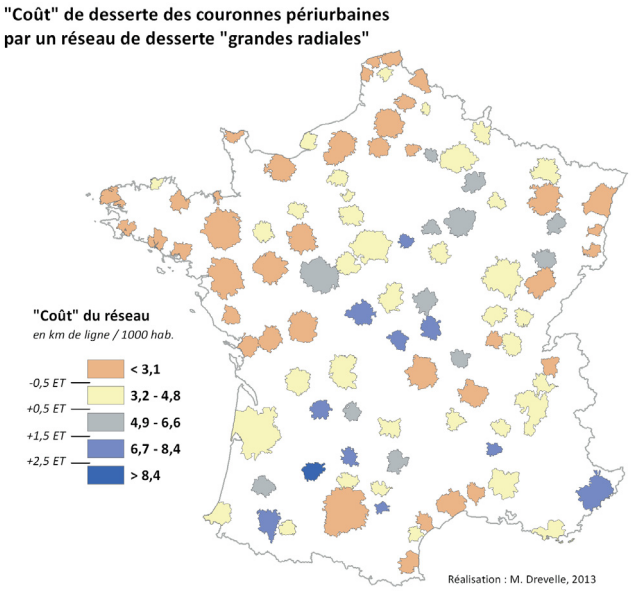
Afin de comprendre les différences entre couronnes, nous avons réalisé un modèle linéaire multiple. Le tableau 6.8 présente les coefficients de regression et leur significativité, le résumé complet du modèle est présenté dans l'encadré C.8, annexe C, p.366. L'analyse exploratoire fait ressortir cinq variables qui expliquent significativement la variance de coût entre les couronnes périurbaines : la densité de population, la part de population dispersée, la part de population résidant dans des ilots linéaires, la part de la population desservie par le réseau et le nombre de kilomètres de ligne pour 100 km^2 de couronne.

Le modèle obtenu est de qualité puisque, avec un R^2 de 0,78 il permet d'expliquer 78 % des variations du coût de la desserte « grandes radiales » des couronnes périurbaines avec cinq paramètres.

Ainsi, en moyenne, à partir d'un coût de base de la desserte de 6,2 km de ligne/1000 habitants (situation où tous les paramètres sont égaux à 0) :

- Le coût de la desserte diminue de 0,04 km de ligne/1000 habitants desservis quand la densité de population de la couronne augmente de 1 hab/km^2
- Le coût de la desserte augmente de 0,025 km de ligne/1000 habitants desservis quand la part de population périurbaine dispersée augmente de 1 %
- Le coût de la desserte augmente de 0,16 km de ligne/1000 habitants desservis quand le nombre de km de ligne pour 100 km^2 de couronne

FIGURE 6.10 – Coût de desserte des couronnes périurbaines par un réseau « grandes radiales »



périurbaine augmente de 1 %
- Le coût de la desserte diminue de 0,012 km de ligne/1000 habitants desservis quand la part de population périurbaine linéaire augmente de 1 %
- Le coût de la desserte diminue de 0,03 km de ligne/1000 habitants desservis quand la part de population périurbaine desservie augmente de 1 %

Si la plupart des variables explicatives et leur influence sont attendues (densité de population, densité du réseau, dispersion), d'autres variables méritent une analyse rapide. Le fait que le coût du réseau diminue avec la proportion de périurbains desservis par ce type de réseau peut paraître paradoxal (puisque nous avons vu que le coût marginal de desserte augmente avec la couverture démographique des réseaux). Toutefois, ce résultat tend à montrer qu'une organisation périurbaine où une grande partie de la population est regroupée à proximité des axes majeurs est particulièrement favorable à la desserte en transport en commun. Ce constat est vérifié par le fait que le coût de la desserte tend à diminuer quand la proportion de périurbains résidant dans des morphologies linéaires et réticulaires augmente. Ce type de morphologie périurbaine, par définition en adhérence avec les axes de communication, est donc particulièrement favorable à une desserte de type « grandes radiales ».

Tableau 6.8 – Coefficient de régression standardisés (desserte « grandes radiales »)

	Coeff. de régression	Coeff. de régression centré réduit	Contribution de la variable
Densité de la couronne	-0.04 ***	-0,860	61 %
% pop dispersée	2.58 **	0,188	11 %
% pop linéaire	1.23 *	-0,114	3 %
% de pop desservie par le réseau	-3.20 **	-0,173	3 %
Km de ligne pour 100 km^2 de couronne	0.17 ***	0,591	1 %

L'analyse des coefficients centrés-réduits et des corrélations linéaires simples permet d'estimer la contribution de chaque variable à l'explication de la variation du coût :

- La densité de population de la couronne périurbaine, en hab./km^2 (Dpop) : contribue pour 61 % à l'explication de la variation du coût
- La part de la population dispersée, en % (Disp) : 11 % de contribution
- La part de la population dispersée, en % (Lin) : 3 % de contribution
- La part de population périurbaine desservie (RPartDesservie) : 3 % de contribution
- Le nombre de km de ligne pour 100 km^2 de couronne périurbaine : 1 % de contribution

À l'instar de la desserte « bimodal », l'explication des variations de coûts d'une desserte « grandes radiales » entre les aires urbaines, semble majoritairement dominée par le rôle de la densité de population de la couronne. La contribution et le coefficient de régression centré-réduit de la variable densité de la couronne sont en effet bien plus importants que ceux des autres variables. Les coefficients centrés-réduits des variables « % de population dispersée, linéaire ou desservie » sont relativement similaires et montrent une influence moyenne de ces variables sur le coût de la desserte. La variable de densité de lignes par rapport à la surface de la couronne périurbaine, bien que peu contributive, présente un coefficient de régression important, elle a donc une influence importante sur les variations de coût.

6.3.4 Un réseau entre optimisation et mise à l'écart des territoires d'entre deux

Le scénario « grandes radiales », grâce à sa logique d'adossement sur le réseau routier principal, propose un nombre réduit de lignes pour chaque couronne périurbaine et donc logiquement un coût réduit de la desserte des couronnes périurbaines. Ces réseaux « grandes radiales » présentent aussi l'avantage, plus que les autres, de garantir la capacité de la voirie à supporter le passage de véhicules de transports collectifs. En effet, les routes de liaisons principales sont conçues pour recevoir des circulations poids lourds. Enfin, puisque les lignes du réseau « grandes radiales » circulent sur des axes interurbains, le potentiel des lignes peut être optimisé en proposant des liaisons de pôle à pôle avec dessertes des deux couronnes.

Le réseau « grandes radiales » présente cependant un inconvénient majeur : puisqu'il ne circule que sur les axes principaux, il laisse de côté une part non négligeable de la population des couronnes périurbaines qui vit entre deux axes majeurs. Ce type de réseau n'assure pas le principe de « desserte pour tous » des trois autres types de réseau, il n'est d'ailleurs efficace que si l'urbanisation de la couronne se fait en adhérence avec le réseau routier principal, ce qui est particulièrement variable entre les couronnes.

6.4 Efficacité des scénarios et desservabilité des couronnes

La construction et l'évaluation de trois scénarios d'optimisation de la desserte des couronnes périurbaines dans la partie précédente nous a permis de mettre en évidence une hiérarchie dans l'efficacité des différents scénarios, ainsi qu'une hiérarchie des couronnes quant à leur capacité à être desservies à moindre coût par les transports en commun. Cette section du chapitre vise, tout en apportant un certain nombre d'éléments nouveaux, à comparer les différents scénarios entre eux afin de formaliser les éléments pressentis dans les sections précédentes.

6.4.1 Comparaison des coûts de desserte des différents scénarios

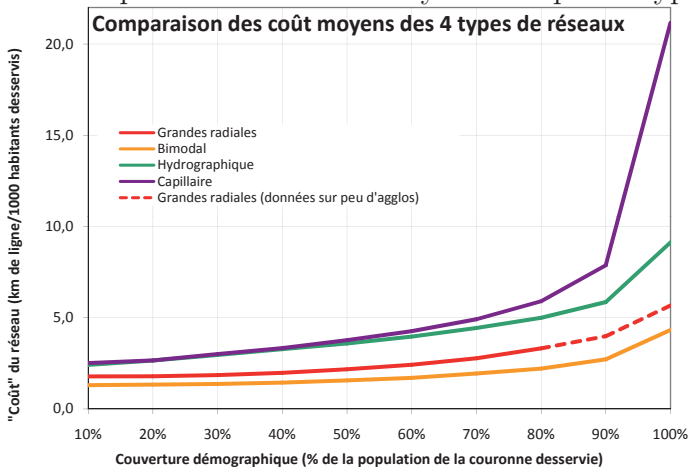
Des scénarios aux coûts contrastés

Notre démarche de construction de scénario s'appuie sur des hypothèses simples (rabattement ou non ; porté des arrêts de 1 ou 4 kilomètres...), elle a permis toutefois de créer des réseaux qui, tout en suivant un certain nombre de principes communs, possèdent des coûts très contrastés. La figure 6.11 présente les coûts moyens de desserte des couronnes périurbaines par les 4 types de réseaux. Elle permet de différencier les logiques communes et les différences entre les coûts de desserte des couronnes selon les scénarios.

On observe ainsi que quelque soit le scénario retenu, le coût de desserte (exprimé en km de lignes/1000 habitants desservis) augmentent à mesure que l'on cherche à étendre la couverture démographique du réseau. Un réseau desservant 10 % des périurbains coûte donc toujours moins cher, par habitant desservi, qu'un réseau desservant 20 %, 30 %... ou l'ensemble des périurbains. Si l'augmentation reste mesurée dans les premiers déciles, on remarque une rupture de pente significative au seuil de couverture démographique de 90 %. Ainsi même en optimisant la forme des réseaux, la desserte des derniers périurbains reste un facteur important de surcoût du réseau de transport en commun.

Parmi les différences notables entre les réseaux, l'impact de la distance de rabattement retenue pour accéder aux arrêts permet d'opposer clairement les réseaux « capillaire » et « hydrographique » d'une part et les réseaux « bimodal » et « grandes radiales » d'autre part. En effet, le choix d'une distance de rabattement de 4 kilomètres permet de faire baisser significativement le coût

FIGURE 6.11 – Comparaison des coûts moyens des quatre types de réseau



du réseau pour une couverture démographique complète de la couronne mais aussi dès la desserte des premiers déciles de population.

Les différences majeures entre les réseaux « capillaire » et « hydrographique » apparaissent dans les derniers déciles. En effet, si dans les premiers déciles les coûts des deux réseaux sont très similaires, ceux du réseau « capillaire » explosent dans les derniers déciles tandis que les coûts du réseau « hydrographique » restent plus contenus. La différence entre le réseau « bimodal » et « grandes radiales », outre le fait qu'à couverture démographique égale le réseau « grandes radiales » est en moyenne légèrement plus coûteux, réside essentiellement dans l'incapacité du réseau « grandes radiales » à offrir une couverture démographie de plus de 80 % dans un grand nombre de couronnes.

Deux facteurs principaux influant sur le coût de la desserte : la densité et la dispersion

Pour chacun des scénarios nous avons estimé les principaux facteurs explicatifs du coût de desserte des couronnes périurbaines. Le tableau 6.9 présente ces principaux facteurs pour chacun des scénarios testés. Certains facteurs n'apparaissent que pour un seul scénario, par exemple le rayon de la couronne pour le scénario « capillaire ». L'impact de la granulométrie (sous la forme de l'indice granulométrique ou de la taille moyenne des ilots) n'apparaît que pour les scénarios où la distance de rabattement est fixée à 1 kilomètre, elle y joue d'ailleurs un rôle non négligeable.

On observe à la lecture du tableau que deux facteurs explicatifs principaux de détachent des autres quelque soit le scénario : la densité de population dans

Tableau 6.9 – Comparaison des coûts moyens des quatre types de réseau

	Capillaire		Hydrographique		Bi-modal		Grandes radiales	
	Coeff.*	Contrib.**	Coeff.*	Contrib.**	Coeff.*	Contrib.**	Coeff.*	Contrib.**
Densité de la couronne (hab./km2)	-0,41	26%	-0,53	33%	-0,66	52%	-0,86	61%
% de population dispersée	0,59	39%	0,475	28%	0,3	17%	0,188	11%
Rayon de la couronne	0,42	10%						
L'indicateur granulométrique	-0,33	6%						
Taille moyenne des ilots (ha)			-0,169	13%				
% pop linéaire							-0,114	3%

* Coefficient de régression centré réduit ** Contribution de la variable à l'explication des variations de "coût"

la couronne et le pourcentage de population périurbaine vivant dans un habitat dispersé. Il est intéressant de noter que, si à eux deux ces facteurs expliquent entre 60 et 70 % des variations de coût de desserte entre les aires urbaines, pris individuellement leur poids varie fortement selon les scénarios. Lorsque la distance maximale entre les périurbains et les lignes du réseau théorique est fixée à 1 kilomètre (« capillaire » et « hydrographique »), on observe que densité et dispersion ont un poids similaire dans la constitution du coût du réseau. À l'inverse, dans les scénarios où on utilise une distance de rabattement de 4 kilomètres, la densité joue un rôle plus important que la dispersion. Cela est probablement dû au fait que l'augmentation de la portée des arrêts a davantage de chances de permettre de toucher des périurbains supplémentaires dans les couronnes denses que dans les couronnes peu denses.

Ainsi, quelque soit l'hypothèse choisie, il est important et nécessaire de signaler que la densité seule n'est pas la solution pour contenir les coûts de desserte des espaces peu denses. La morphologie et l'agencement spatial des lieux de vie périurbains, essentiellement la dispersion de la population, doivent aussi être pris en compte pour éviter la création d'espaces ayant une desservabilité faible ou extrêmement coûteuse.

Géographie des disparités de coûts

Les facteurs explicatifs mis en évidence dans le paragraphe précédant entrainent des différences de coûts de desserte entre les couronnes. La figure 6.12 présente selon la méthode des effectifs égaux (pour permettre la comparaison des cartes) le coût de desserte de chaque couronne pour chaque scénario. Y compris dans le scénario « capillaire » (qui présente aussi un coût élevé dans les couronnes étendus), on voit clairement se dessiner sur les cartes la « diagonale du vide » comme espace où le coût de desserte des couronnes périurbaines est supérieur à celui que l'on observe dans les autres agglomérations du pays.

Ainsi, si on excepte Nice, dans tous les scénarios, la quasi-totalité des 20 agglomérations où le coût de desserte de la couronne périurbaine est le plus fort (quintile 5) se situe sur une ligne qui s'étend des Ardennes jusqu'aux Pyrénées-Atlantiques, en passant le Massif Central.

Le Sud-ouest de la France, qui combine à la fois faibles densités de population et forte dispersion apparaît comme un espace particulièrement coûteux à desservir quelque soit le scénario retenu. À l'inverse, l'Alsace, le Languedoc et le Nord de la France où les densités sont plus importantes et la population peu dispersée sont des zones moins coûteuses à desservir.

Si on excepte le réseau « capillaire » où chaque classe de coût regroupe environ un cinquième de la population, il est intéressant de noter que la concentration de couronnes périurbaines à coût de desserte élevé dans la diagonale du vide présente un avantage certain : les 40 couronnes les plus coûteuses à desservir ne concentrent *que* 20 % de la population périurbaine, tandis que les 40 couronnes les moins coûteuses à desservir concernent entre 55 % et 60 % des périurbains (tableau de la figure 6.12). Toutefois, les disparités de coûts entre les aires urbaines posent la question du nombre de périurbains laissés à l'écart des réseaux en cas de mise en place de ces derniers avec un budget contraint.

6.4.2 Coûts de desserte et « laissés pour compte »

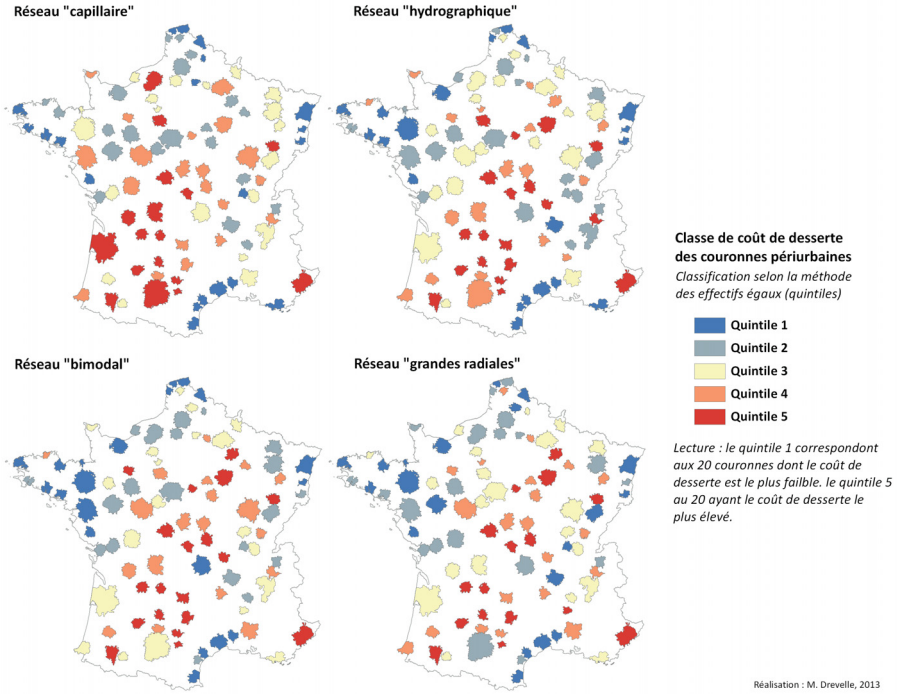
Les différences de coût entre les scénarios de réseaux théoriques et entre les couronnes posent légitimement la question du nombre de périurbains qui seraient privés d'un accès aux transports collectifs dans l'hypothèse d'une mise en service de nos scénarios sous contrainte budgétaire.

Deux méthodes pour quantifier les périurbains non desservis

Deux modalités de contraintes budgétaires ont été testées ici (figure 6.13) :

- La première fixe un seuil d'effort qui doit être respecté dans chaque couronne.
- La seconde fixe un seuil d'effort au niveau national, en d'autres termes c'est le coût moyen de l'ensemble des réseaux qui est pris en compte. Ce calcul permet de mettre en place une certaine péréquation entre les réseaux : les réseaux dont le coût total de desserte est inférieur au seuil peuvent ainsi transférer une certaine quantité de droit à la desserte à d'autres couronnes.

FIGURE 6.12 – Comparaison des coûts de desserte par scénario et par couronne



Classe de coût	Capillaire		Hydrographique		Bimodal		Grandes radiales	
	en milliers	en %	en milliers	en %	en milliers	en %	en milliers	en %
Quintile 1	1480	21%	2078	30%	2337	34%	2202	32%
Quintile 2	1344	19%	1768	25%	1602	23%	1983	28%
Quintile 3	1606	23%	1654	24%	1604	23%	1466	21%
Quintile 4	1220	18%	894	13%	884	13%	772	11%
Quintile 5	1315	19%	572	8%	538	8%	541	8%

FIGURE 6.13 – Deux méthodes pour calculer le seuil de coût de desserte

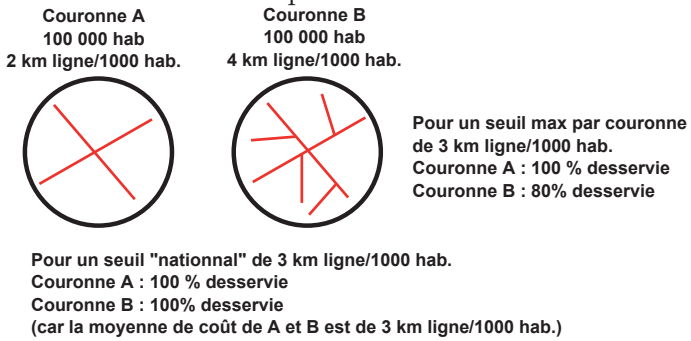


Tableau 6.10 – Périurbains non desservis par les réseaux pour des seuils de 2,4 et 4 km de ligne/1000 hab.

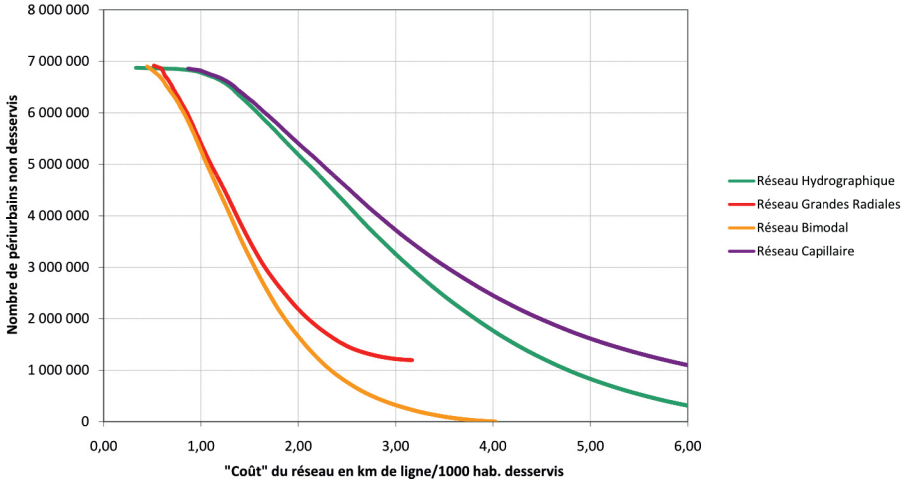
	Seuil de 2,4 km ligne/ 1000 hab.				**Seuil de 4 km ligne/ 1000 hab.**			
	Seuil par couronne		**Seuil "nationnal"**		**Seuil par couronne**		**Seuil "nationnal"**	
	en milliers	*en %*	*en milliers*	*en %*	*en milliers*	*en %*	*en milliers*	*en %*
Mode doux	1 495	20%	906	13%	394	5%	2	0%
Grandes radiales	2 915	40%	1 577	23%	1 891	26%	1 194	17%
Hydrographique	5 003	68%	4 485	65%	2 558	35%	1 767	26%
Total direct	5 268	72%	4 787	69%	3 128	43%	2 455	36%

Les estimations du nombre et de la part de périurbains non desservis par les différents scénarios de réseau à différents seuils montrent de grandes disparités entre les réseaux d'une part, mais aussi selon le mode de calcul du seuil de coût (tableau 6.10). Nous avons fait ces estimations pour deux seuils : 2,4 kilomètres de ligne pour 1000 habitants (qui correspond au coût du réseau Ter dans les couronnes périurbaines) et 4 kilomètres de ligne pour 1000 habitants. Quelque soit le seuil retenu, on note que la hiérarchie entre les réseaux reste identique : les réseaux « bimodaux » permettent de desservir un plus grand nombre de périurbains. Ainsi pour un seuil maximal par couronne de 2,4 kilomètres de ligne/1000 hab., on dénombre 1,5 millions de périurbains non desservis avec le réseau « bimodal » contre environ 3 millions avec le réseau « grandes radiales » et plus de 5 millions avec les réseaux « hydrographique » et « capillaire ».

Les différences selon que l'on calcul le seuil par couronne ou au niveau national sont importantes : au seuil de 2,4 kilomètres de ligne pour 1000 habitants, on compte en effet entre 500 000 et 1,4 millions de périurbains non desservis supplémentaires lorsque le seuil est fixé pour chaque couronne. La péréquation entre couronnes peu coûteuses et coûteuses à desservir permet donc d'accroitre la desservabilité des espaces de faibles densités. C'est pourquoi nous avons utilisé le seuil « national » pour approfondir notre analyse.

La figure 6.14 présente le nombre de périurbains non desservis pour chacun des scénarios avec un seuil national de coût du réseau compris entre 0 et 6 kilomètres de ligne pour 1000 habitants. On aperçoit clairement l'impact de la portée des arrêts (1 ou 4 kilomètres) sur le nombre de périurbains non desservis pour un seuil de coût donné. Ce graphique permet, pour un effort budgétaire donné, d'estimer le nombre de périurbains non desservis ou, à l'inverse, pour un objectif de couverture (par exemple laisser de coté au maximum un million de périurbains) de mesurer l'effort budgétaire nécessaire. Toutefois, la figure interroge sur la localisation des périurbains non desservis par les réseaux.

FIGURE 6.14 – Nombre de périurbains non desservis en fonction du coût de réseau consenti



Localisation des « laissés pour compte » : entre diagonale du vide et grandes agglomération

La représentation cartographique de la localisation des périurbains non desservis par les différents types de scénarios avec différents seuils de coût est riche de renseignements (figure 6.15). Dans les trois cartes présentées, la diagonale du vide apparaît nettement comme un espace où, pour un seuil donné, la couverture démographique des réseaux est inférieure à celle des autres couronnes du pays. Pour être cohérent avec la figure 6.14, nos représentations cartographiques tiennent compte de la péréquation entre couronnes coûteuses et peu coûteuses à desservir. Si nous avions réalisé ces cartes avec des seuils par couronnes, le contraste aurait été encore plus frappant.

Toutefois lorsque l'on s'intéresse au nombre de périurbains non desservis, il apparaît nettement que ce n'est pas tant la diagonale du vide que les couronnes des grandes agglomérations qui concentrent le plus de laissés pour compte. En effet, les couronnes de la diagonale du vide, par leur faible poids démographique, pèsent au final assez peu dans le dénombrement des périurbains non desservis par les réseaux de transport en commun. Ainsi, c'est bien dans les couronnes des grandes aires urbaines que le nombre de périurbains non desservis est le plus important : Toulouse, Bordeaux, Rennes, Nantes, Rouen... (tableau 6.11).

FIGURE 6.15 – Nombre de périurbains non desservis et couverture démographique des réseaux

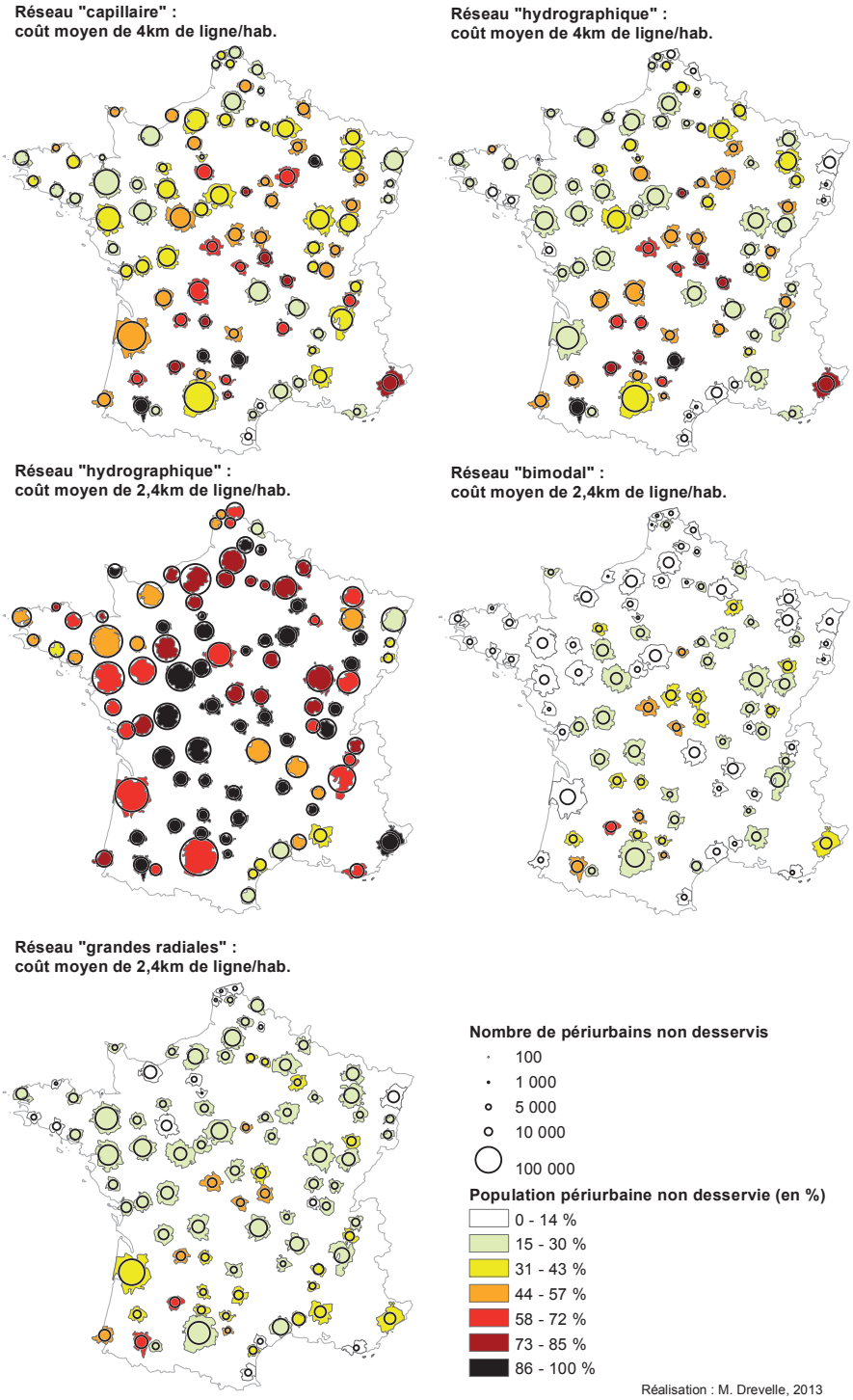


Tableau 6.11 – Nombre de périurbains non desservis dans les principales couronnes

	Hydrographique		Bimodal (2,4km ligne/1000 hab.)
	2,4km ligne/1000 hab.	hab.	
Toulouse	213 245	99 047	53 778
Bordeaux	164 616	72 616	33 758
Rennes	148 945	51 645	*16 738*
Nantes	152 574	47 714	*14 096*
Rouen	137 289	39 628	*18 074*
Tours	118 160	47 992	20 868
Grenoble	110 908	*31 325*	31 039
Nice	*50 338*	44 746	19 015

6.4.3 Distance entre les habitants et les lignes selon les différents réseaux

Afin de finaliser la comparaison des scénarios, nous avons analysé la distance entre les périurbains résidant dans les couronnes et les lignes des réseaux théoriques (tableau 6.12). Le calcul de distance est basé sur le carroyage à 1 kilomètre mis à disposition par l'Insee.

Dans les réseaux « capillaire » et « hydrographique », où la distance maximale au réseau est fixée à 1 kilomètre, on observe que la moitié des périurbains est située à 300 mètres d'une ligne et que les trois quart sont situés à moins de 565 mètres. Ces deux scénarios offrent donc une accessibilité au réseau importante. Le réseau « bimodal » est aussi très intéressant en matière de proximité au système de transport. En effet, alors que la distance maximale au réseau y est fixée à 4 kilomètres, la moitié des périurbains sont situés à moins de 672 mètres d'une ligne et 75 % à moins de 1550 mètres. Cette proximité est à opposer au relatif éloignement entre réseau et habitants périurbains dans le scénario « grandes radiales » : il faut en effet près de 1800 mètres pour toucher la moitié des périurbains et 3700 mètres pour en toucher les trois-quarts.

Ainsi, le scénario « bimodal » apparaît comme un scénario très intéressant dans la mesure où il combine coût modéré et proximité entre les habitants et le réseau.

Tableau 6.12 – Distance entre les habitants et les lignes TC selon les réseaux

	Capillaire, Hydrographique	Bimodal	Grandes radiales
1er quartile	139 m	270 m	648 m
Médiane	305 m	672 m	1 798 m
Moyenne	412 m	1 055 m	2 562 m
3ème quartile	565 m	1 551 m	3 687 m
9ème décile	910 m	2 612 m	5 995 m

6.5 Conclusion : Quelle forme de réseau pour desservir les faibles densités ?

La question est simple : quelle forme de réseau pour desservir les faibles densités ? La réponse se doit d'être nuancée. En utilisant des principes simples, nous avons élaboré un certains nombre de scénarios d'optimisation de la desserte des couronnes périurbaines. Chacun des scénarios a apporté des éléments de compréhension supplémentaires sur la desservabilité des faibles densités et sur le lien entre formes périurbaines et compatibilité avec le transport collectif.

L'utilisation du rabattement « hydrographique » permet d'atténuer les différences de coût entre les couronnes petites et étendues en supprimant les troncs communs. D'un point de vue strictement théorique, il s'agit d'un moyen efficace d'améliorer, à coût constant, la couverture d'un réseau. Toutefois, le maintient d'un objectif de desserte de tous les périurbains à 1 kilomètre rend ce type de réseau très vulnérable à la dispersion et à la petite taille des ilots. Les problèmes de surcouts liés à la granulométrie et à la dispersion peuvent être légèrement atténués en faisant varier la portée des arrêts. Dans l'hypothèse d'un rabattement en vélo (soit une portée maximale des arrêts de 4 kilomètres), les effets négatifs du mitage ou de l'éparpillement en petits ilots sont amoindris par l'élargissement de la zone d'influence de la ligne. Toutefois les disparités entre aires urbaines compactes et dispersées restent importantes, de plus, au fur et mesure que l'on cherche des solutions « réseaux » aux problèmes de dispersion et de granulométrie, la densité des couronnes apparaît comme un facteur discriminant de plus en plus important.

Il existe ainsi des méthodes (puisqu'il serait présomptueux de les appeler des solutions) pour favoriser la mise en place de réseaux de transport en commun dans les territoires de faibles densités. L'articulation des lignes et l'utilisation intelligente des rabattements et correspondances permet d'améliorer le taux de couverture du réseau sans pour autant démultiplier sans nécessité l'offre sur les troncs communs. Jouer sur l'amélioration des cheminements doux pour accroitre l'aire d'attraction des arrêts peut apparaître comme un palliatif face à la non régulation des implantations périurbaines dispersée. Toutefois, s'il est clair qu'il existe des formes de périurbain plus ou moins favorables à la desserte en transports collectifs, il n'existe pas de forme idéale de réseau pour desservir tel ou tel type de périurbain. Tout au plus peut-on favoriser l'un ou l'autre des scénarios en fonction des objectifs de desserte affichés par la puissance publique et des contraintes budgétaires.

Ainsi, au risque d'énoncer des préconisations déjà écrites et répétées de

nombreuses fois dans d'autres travaux, l'efficacité des réseaux de transport collectif en général, et dans les espaces de faibles densités a fortiori, est intimement liée à la bonne articulation entre réseau et urbanisation. L'exemple du scénario « grandes radiales » est frappant : ce réseau est particulièrement efficaces dans les couronnes où la périurbanisation s'est canalisée le long des axes majeurs de communications ; à l'inverse lorsque la déconnection réseau/territoire est forte, ce scénario permet de desservir à peine 50 % des périurbains.

Il semble donc qu'il y ait autant de réseaux adaptés de transport périurbain que de types de périurbains et une approche dogmatique, appliquant automatiquement des principes de desserte sans tenir compte des spécificités locales, parait inadaptée. On peut cependant noter un certain nombre de points qui vont dans le sens d'une meilleure desservabilité des couronnes périurbaines : un réseau hiérarchisé et facilitant les rabattements tous modes vers les stations, associée à des politiques de lutte contre le mitage et à une réelle volonté d'articuler urbanisme et réseau.

Troisième partie

Des réseaux confrontés aux pratiques de mobilité et à la gouvernance des territoires : étude de cas sur Montpellier

Chapitre 7

Les nouvelles structurations des espaces périurbains

La réalité de l'émergence récente de polarités périurbaines, évoquée dès le premier chapitre de la thèse, impose d'approfondir, de compléter, l'approche centre-périphérie développée tout au long de la partie 2 de notre travail de recherche. Prenant appui sur le territoire montpelliérain, avec éventuellement un éclairage à l'aune d'autres grandes agglomérations françaises, ce chapitre se propose d'analyser la structuration des espaces périurbains.

L'analyse quantitative des mobilités périurbaines est souvent réduite à l'analyse des navettes domicile-travail qui, malgré la croissance de l'emploi périurbain, restent encore fortement polarisées par l'agglomération. Afin de dessiner un tableau plus réaliste de la mobilité des habitants des couronnes périurbaines, la prise en compte de l'ensemble des motifs apparait nécessaire. C'est donc une analyse des mobilités *tous motifs* que nous proposerons dans la première partie de ce chapitre.

La structuration des espaces périurbains, et plus généralement des espaces sous influence urbaine, est donc plus complexe que ce qui peut être hâtivement avancé. Elle est faite de polarités hiérarchisées et d'espaces soumis à des influences multiples (y compris dans le proche périurbain). L'importation en géographie du *blockmodeling* (méthode issue de la *social network analysis*), qui est l'objet de la seconde partie du chapitre, permet de mettre en évidence ces organisations multiscalaires.

7.1 Métro, boulot, dodo et le reste : autonomie et dépendance des espaces périurbains

Souvent stéréotypé, le mode de vie des périurbains est parfois résumé par l'adage *voiture, boulot, dodo* [1]. Comme nous l'avons montré dès la première partie de la thèse, cette analyse apparaît limitée : près de 50 ans après l'émergence du phénomène, la mobilité périurbaine ne peut plus se résumer aux navettes domicile–travail à destination de l'agglomération. L'émergence de pôles périurbains (Beaucire et Chalonge, 2011; Chalonge et Desjardins, 2012), le chainage de déplacements combinant plusieurs motifs (Baudelle et al., 2004) ou encore l'émergence d'un enracinement périurbain (Berger, 1990) renvoient une image nouvelle et plus complexe des mobilités périurbaines. En exploitant les données de l'Enquête Nationale Transports et Déplacements de 2007-2008 (ENTD), nous cherchons à montrer la variété des motifs de mobilité des périurbains ainsi que leur relation avec l'agglomération et l'espace rural.

Eléments méthodologiques induits par l'utilisation de l'Enquête Nationale Transports et Déplacements

L'ENTD 2007-2008 est une enquête réalisée à l'échelle nationale auprès de 20 200 ménages (une personne enquêtée par ménage) et recense les mobilités de 18 000 individus s'étant déplacés le jour de l'enquête. Par conséquent, le nombre de personnes interrogées autour de Montpellier est faible : 153 enquêtés à Montpellier, 44 dans les communes de banlieue et 146 dans la couronne périurbaine. Ce faible échantillon induit des problèmes de significativité [2]. Les résultats présentés pour l'aire urbaine de Montpellier sont donc à prendre à titre illustratif ou pour situer Montpellier par rapport aux autres grandes agglomérations françaises. Pour obtenir des résultats plus robustes, notre analyse est alors réalisée sur l'ensemble des enquêtés résidant dans les couronnes périurbaines des grandes agglomérations françaises (plus de 100 000 habitants, hors Paris [3]). Cela permet d'avoir 2 367 personnes enquêtées pour les couronnes périurbaines, 2 363 dans les banlieues et 2 318 dans les villes-centres.

Par ailleurs, pour des raisons de taille d'échantillon et de confidentialité des

1. Nous avons préféré *voiture, boulot, dodo* à *métro, boulot dodo* dans la mesure où bien peu de transports en commun lourds desservent les couronnes périurbaines.

2. La marge d'erreur sur les résultats est de +/- 8 % pour la couronne périurbaine.

3. Nous avons choisi de retirer de notre analyse les périurbains franciliens dans la mesure où le poids démographique de l'agglomération parisienne est tel qu'il rend délicat un rapprochement entre Paris (plus de 10 millions d'habitants) et les autres grandes agglomérations françaises (qui comptent entre 100 000 et 1 000 000 habitants).

Tableau 7.1 – Attractivité des différentes destinations des déplacements des périurbains des grandes agglomérations (hors retour au domicile)

	Déplacements captés		**Longueur (France)**	
Destination	France	*Montpellier*	Médiane	Moyenne
Espace rural	6 %	*6 %*	13,8 km	31,9 km
Petites agglomérations	7 %	*7 %*	15,0 km	26,4 km
Grandes agglomérations				
Couronne	47 %	*54 %*	3,0 km	5,6 km
Banlieue	22 %	*13 %*	10,0 km	12,8 km
Ville-centre	17 %	*20 %*	14,0 km	18,0 km
Agglomération parisienne	1 %	*0 %*	71,9 km	244,0 km

Mobilité du lundi au dimanche. Sources : ENTD 2007-2008. Réalisation : M. Drevelle

données (les communes d'origine et de destination des déplacements n'étant pas renseignées), cette analyse est effectuée à l'échelle de grands ensembles géographiques : la ville-centre, la banlieue, la couronne périurbaine, le rural...

7.1.1 Motifs de mobilité périurbaine et relation à l'agglomération

Près de la moitié des déplacements des habitants du périurbain sont à destination du périurbain et font moins de 6 kilomètres

L'étude des mobilités des habitants des couronnes périurbaines des grandes agglomérations françaises grâce aux données de l'ENTD permet de mettre en évidence l'autonomie des espaces périurbains vis-à-vis des autres types d'espaces. Pour réaliser cette analyse, nous avons découpé le territoire en six grands types : les grandes aires urbaines (en différenciant la ville-centre, la banlieue et la couronne périurbaine), les petites agglomérations (inférieures à 100 000 habitants), l'espace rural (qui combine l'espace à dominante rural et les couronnes périurbaines des petites agglomérations) et l'agglomération parisienne.

En étudiant le type d'espace de destination des habitants périurbains (tableau 7.1), il apparait que, un jour de semaine moyen [4], près de la moitié des déplacements (*tous motifs*, hors retour au domicile) des habitants du périurbain sont à destination de la couronne périurbaine. L'agglomération capte

4. Jour moyen sur l'ensemble de la semaine, du lundi au dimanche. Les coefficients de pondération des jours ont été attribués en suivant les instructions du rapport technique de l'ENTD 2008 (Armoogum et al., 2011).

quant à elle un peu plus du tiers des déplacements (17 % pour la ville-centre et 22 % pour la banlieue) ; cette relative autonomie de la couronne par rapport au centre peut apparaitre comme un signe de maturité des territoires périurbains (Berger et al., 2014). Les petites agglomérations et l'espace rural sont aussi des territoires relativement attractifs pour les périurbains puisqu'ils captent respectivement 7 % et 6 % des déplacements. L'agglomération parisienne ne capte que 1 % des déplacements des périurbains des grandes agglomérations ; ce chiffre varie légèrement selon la distance à la capitale.

En plus de cette relative indépendance des périurbains vis-à-vis de l'agglomération, les déplacements à destination de la couronne [5] sont beaucoup plus courts que ceux à destination des autres types de territoire. En effet, un déplacement à destination de la couronne (hors retour au domicile), quel que soit son lieu d'origine, fait en moyenne 5,6 kilomètres et la moitié de ces déplacements font moins de 3 kilomètres. Si on observe uniquement les déplacements internes à la couronne, la distance moyenne de déplacement est alors de 4,6 kilomètres. La périurbanisation n'est donc pas antagoniste de relations de proximité.

Cette distance moyenne de déplacement augmente au fur et à mesure que l'espace de destination est éloignée de la couronne : 12,8 kilomètres en moyenne pour les déplacements ayant comme destination la banlieue, 18 kilomètres en moyenne pour les déplacements à destination de la ville-centre. Les déplacements à destination de l'espace rural sont marqués par une forte distorsion entre la distance moyenne (31,9 kilomètres) et distance médiane (13,8 kilomètres). Cela laisse envisager, d'une part, une mobilisation régulière du rural proche ou des déplacements courts d'un lieu rural à un autre lieu rural [6] ; et d'autre part, des déplacements moins fréquents mais de grande portée (par exemple pour des vacances).

Le motif travail dominant en semaine mais des déplacements pour les achats, loisirs et visites le weekend

Du lundi au vendredi, la mobilité des périurbains est dominée par le motif *travailler* (qui représente près d'un tiers des déplacements). Ce motif reste d'ailleurs dominant même lorsqu'on étudie la mobilité sur l'ensemble de la

5. Hors retour au domicile. Il s'agit bien des déplacements à destination de la couronne (quel que soit l'espace d'origine du déplacement : ville-centre, banlieue...) et non des déplacements internes à la couronne. Les déplacements internes à la couronne représentent 94 % des déplacements à destination de la couronne (tableau C.9, annexe C.3, p.367).

6. 27 % des déplacements des périurbains à destination de l'espace rural sont des déplacements internes à l'espace rural, ces déplacements font en moyenne 6 kilomètres (tableaux C.9 et C.10, annexe C.3, p.367).

Tableau 7.2 – Motif de mobilité des périurbains

Motifs	**Semaine**	**Lundi-vendredi**	**Weekend**
Travailler	25,8 %	31,1 %	6,2 %
Achats	19,2 %	17,4 %	20,2 %
Loisirs	15,6 %	12,2 %	21,7 %
Accompagnement	12,5 %	13,7 %	6,8 %
Visites parents/amis	10,7 %	7,5 %	17,2 %
Etudier	8,1 %	9,9 %	1,6 %
Soins	2,6 %	3,0 %	0,8 %
Démarches admin.	2,4 %	2,2 %	2,5 %
Faire garder un enfant	1,1 %	1,4 %	0 %
Vacances	0,1 %	0,0 %	0,4 %

Habitants des couronnes périurbaines des agglomérations de plus de 100 000 habitants, hors retour au domicile (hors Paris). Source ENTD 2007-2008. Réalisation M. Drevelle.

Tableau 7.3 – Destinations des périurbains la semaine et le weekend

Destination	**Semaine**	**Lundi-vendredi**	**Weekend**
Rural	6 %	5 %	10 %
Petite agglo	7 %	7 %	7 %
Couronne	47 %	46 %	49 %
Banlieue	22 %	23 %	19 %
Ville-centre	17 %	18 %	14 %
Agglo parisienne	1 %	0 %	1 %

Habitants des couronnes périurbaines des agglomérations de plus de 100 000 habitants, hors retour au domicile (hors Paris). Source ENTD 2007-2008. Réalisation M. Drevelle.

semaine, du lundi au dimanche (tableau 7.2). Le motif *achats* est important à la fois du lundi au vendredi et le weekend. Sans surprise, les motifs *étudier* et *accompagnement* ont un poids bien plus important la semaine que le weekend. À l'inverse, les motifs *loisirs* et *visites à des parents/des amis* ont un poids très important le weekend.

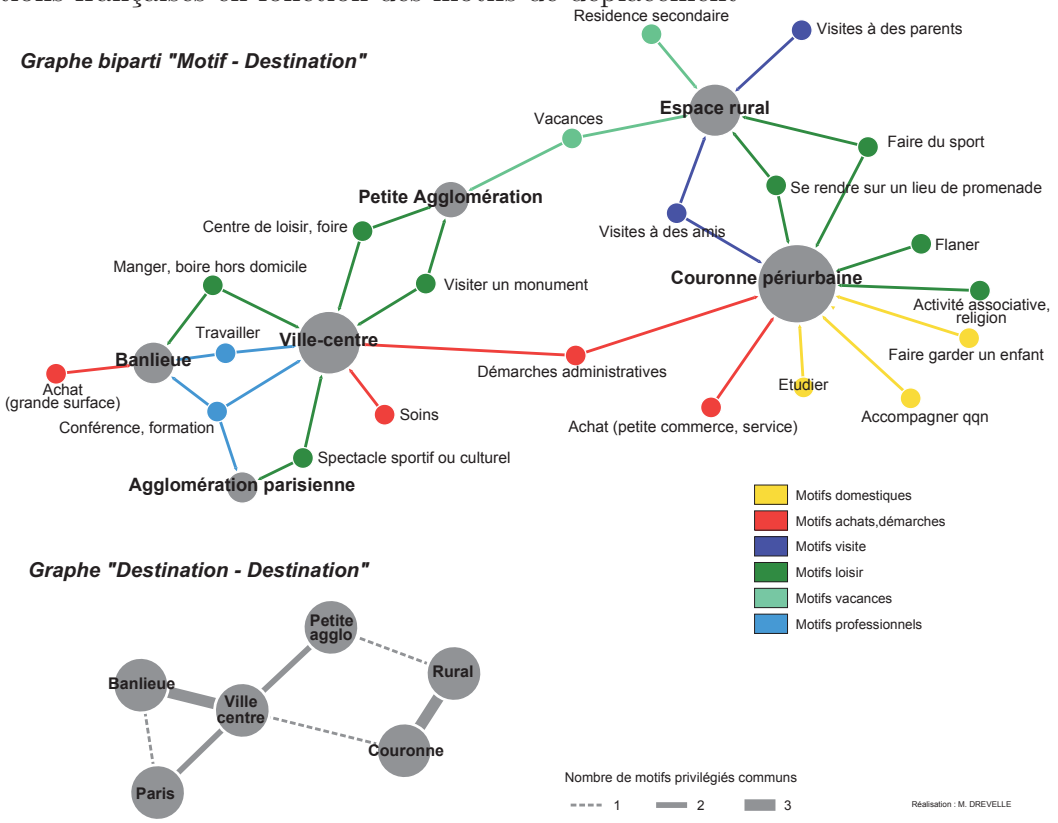
Si ces variations dans les motifs de mobilité n'ont rien d'étonnant, elles ont toutefois comme conséquence de légèrement modifier les destinations des déplacements des périurbains (tableau 7.3). Ainsi, les habitants du périurbains tendent à plus fréquenter les espaces de banlieue et les villes-centres durant la semaine de travail, tandis qu'ils fréquentent davantage l'espace rural et la couronne périurbaine le weekend.

Représenter les destinations *privilégiées* pour chaque motif de déplacement

À partir des données de mobilité sur les motifs de déplacement et les espaces de destination des habitants périurbains, nous avons cherché à identifier et à représenter les destinations *privilégiées* pour chaque motif de déplacement (voir tableau détaillé C.11 sur la destination des mobilités en fonction du motif, annexe C.3, page 368). Nous avons considéré qu'une destination est privilégiée pour un motif donné lorsqu'un couple motif–destination est sur-représenté par rapport à la moyenne. Nous avons fixé ce seuil de surreprésentation comme étant l'attractivité moyenne de l'espace de l'espace de destination (présenté dans le tableau 7.1) majorée de 5 points. Cette majoration permet de limiter le nombre de couples « motif – destination privilégiée » tout en assurant que chaque destination soit une destination privilégiée pour au moins deux motifs et au plus 10 motifs (soit moins de la moitié des motifs). À titre d'exemple, l'espace rural est considéré comme une destination privilégiée pour un motif s'il attire au moins 12 % des déplacements liés à ce motif (7 % d'attractivité moyenne de l'espace rural majorée de 5 points), ce qui est le cas pour le motif *vacances* (car 28 % des déplacements pour ce motif sont à destination de l'espace rural). Pour les couronnes périurbaines, le seuil est de 53 % (48 % + 5 %).

Les destinations privilégiées par motif de déplacement peuvent être représentées sous la forme d'un graphe biparti (voir encadré 7.4). Cette représentation permet en effet de visualiser rapidement les relations entre motifs et espaces, chaque relation privilégiée entre un motif et un type d'espace donnant lieu à la création d'un lien. Le graphe alors obtenu (figure 7.1) compte 28 nœuds (6 nœuds destinations et 22 nœuds motifs) et 35 liens. Le graphe

FIGURE 7.1 – Destination privilégiée des périurbains des grandes agglomérations françaises en fonction des motifs de déplacement



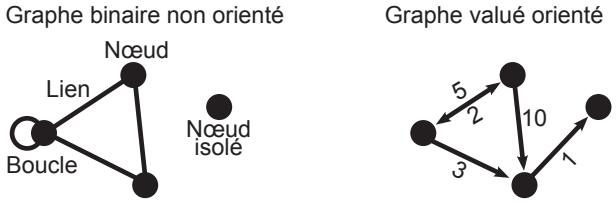
biparti peut aussi être transformé en graphe destination–destination pour analyser l'intensité des relations entre types d'espaces, au regard de leur capacité à attirer des activités communes.

La mobilité des périurbains en fonction des motifs : une opposition entre couronne périurbaine et agglomération ?

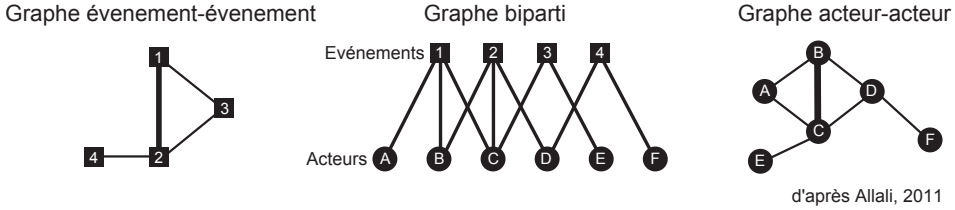
L'observation du graphe destination–destination (7.1) semble montrer une certaine distance entre couronne périurbaine et agglomération : d'un point de vue topologique, le périurbain est proche de l'espace rural (ils partagent trois motifs en commun). Le lien topologique entre la couronne périurbaine et la ville-centre est plus faible (un motif en commun) et il n'existe pas de lien entre la couronne et la banlieue. Du point de vue des motifs de mobilité des périurbains, il est possible de mettre en évidence deux systèmes : un système rural/périurbain et un système organisé autour de la ville-centre (qui est forte-

ENCADRÉ 7.4 – Vocabulaire de base de la théorie des graphes et graphes bipartis

Un graphe se définit comme un ensemble de *nœuds* (on parle aussi de sommets ou d'acteurs), éventuellement reliés entre eux par des *liens* (on parle aussi de relations) [a]. Deux nœuds reliés par un lien sont dits *adjacents* ou *voisins*. Un lien reliant un nœud à lui-même est appelé *boucle*. Un sommet qui n'est adjacent à aucun lien est dit *isolé*.
Un graphe est dit *orienté* si on prend en compte la direction des liens. Il est dit *valué* si on prend en compte l'intensité des liens, à la différence des graphes *binaires* ou *booléens* dans lesquels le lien traduit uniquement l'existence d'une relation entre deux nœuds.
Le *degré* d'un nœud correspond au nombre de liens adjacents à ce nœud. Dans un graphe orienté, on discerne le degré sortant (nombre de liens ayant le nœud comme origine) du *degré entrant* (nombre de liens ayant le nœud comme destination). Le degré est une mesure de centralité [b].



Un graphe est dit *biparti* ou *2-mode* lorsqu'il représente les liens entre deux ensembles distincts de sommets, par exemples des acteurs et des événements [c]. Un graphe biparti peut être analysé tel quel ou transformé en deux graphes valués : un graphe évènement – évènement où un lien entre deux sommets indique le nombre d'acteurs ayant assisté à ces deux évènements ; un graphe acteur – acteur où un lien entre deux sommets indique le nombre évènements communs auxquels ont assisté ces deux acteurs.



a. Pour approfondir le sujet : synthèse du groupe fmr *Graphes, réseaux, réseaux sociaux : vocabulaire et notation* (Beauguitte, 2010).

b. Pour approfondir le sujet : synthèse du groupe fmr *Les mesures locales d'un réseau* (Ducruet, 2010).

c. Pour approfondir le sujet : synthèse du groupe fmr *L'analyse des graphes bipartis* (Beauguitte, 2013).

ment reliée à la banlieue et aux autres agglomérations). Les deux systèmes sont toutefois connexes puisqu'on observe un lien (de faible intensité) entre la couronne et la ville-centre d'une part et entre le rural et les petites agglomérations d'autre part.

Ces liens plus ou moins intenses entre les espaces rendent compte d'une spécialisation fonctionnelle des destinations. Ainsi, l'espace périurbain apparaît comme un espace du quotidien, des activités domestiques. On y retrouve des activités liées à la vie quotidienne d'un ménage (études, accompagnement, gardiennage d'enfant, petits achats ou démarches administratives) ainsi que les loisirs les plus fréquents (sport, activités associatives, promenade). L'espace rural est quant à lui lié aux activités sociales, aux loisirs (sport, promenade) et aux vacances. L'analyse des motifs *visites*, liés aux espaces périurbains et ruraux, est très intéressante dans la mesure où elle donne des informations sur la construction des espaces de sociabilité des habitants du périurbain. Le lien entre le motif *visite à des amis* et la destination *espace périurbain* semble montrer que les habitants du périurbain construisent leurs liens de sociabilité à l'intérieur de leur espace de vie. Les liens des motifs *visite à des amis* et *visite à des parents* avec l'espace rural pourrait souligner l'attachement rural fort d'une partie des périurbains, ce qui apporterait un élément de compréhension de la mise à distance de la ville. En effet, si le périurbain est l'espace privilégié d'installation des « jeunes ménages » en provenance des centres-villes lorsque la famille s'agrandit (Sencebe et Lepicier, 2007), l'étude des trajectoires résidentielles montre l'héritage résidentiel pavillonnaire ou rural d'au moins un des membres du ménage (Debroux, 2011).

À l'inverse du périurbain, les espaces urbains (ville-centre, banlieue, agglomération parisienne) apparaissent comme des espaces du fonctionnel et de l'exceptionnel. Banlieues et villes-centres sont ainsi les espaces où les périurbains travaillent, se forment professionnellement ; la ville-centre est le lieu privilégié par les périurbains pour se soigner. Les mobilités vers l'agglomération pour des motifs liés au travail ou à la santé s'expliquent par les logiques de concentration des emplois, des grands équipements de santé et des spécialistes dans les espaces centraux. Les gros achats (réalisés en centre commercial) sont quant à eux concentrés dans les banlieues qui possèdent de nombreux avantages pour l'implantation de grandes surfaces : foncier disponible (pour les bâtiments et parking) et infrastructures de transport efficaces (rocades, voies rapides) assurant une bonne accessibilité automobile. Les espaces urbains permettent aussi l'accès à des loisirs plus exceptionnels (visiter une foire, aller à un spectacle culturel, visiter un monument, aller au restaurant ou dans un bar).

L'analyse des destinations privilégiées par motif des périurbains des grandes agglomérations françaises permet donc de mettre en évidence une certaine distance fonctionnelle entre la ville et sa périphérie rurale ou périurbaine. Les espaces de faible densité, et *a fortiori* la couronne périurbaine, ressortent comme étant le lieu des activités domestiques et de la sociabilité. Toutefois, le lien des périurbains avec l'agglomération reste fort, tant pour des activités nécessaires (travailler, se soigner) que pour des motifs plus exceptionnels (loisirs plus rares).

7.1.2 Périurbains et urbains fréquentent-ils les mêmes lieux ?

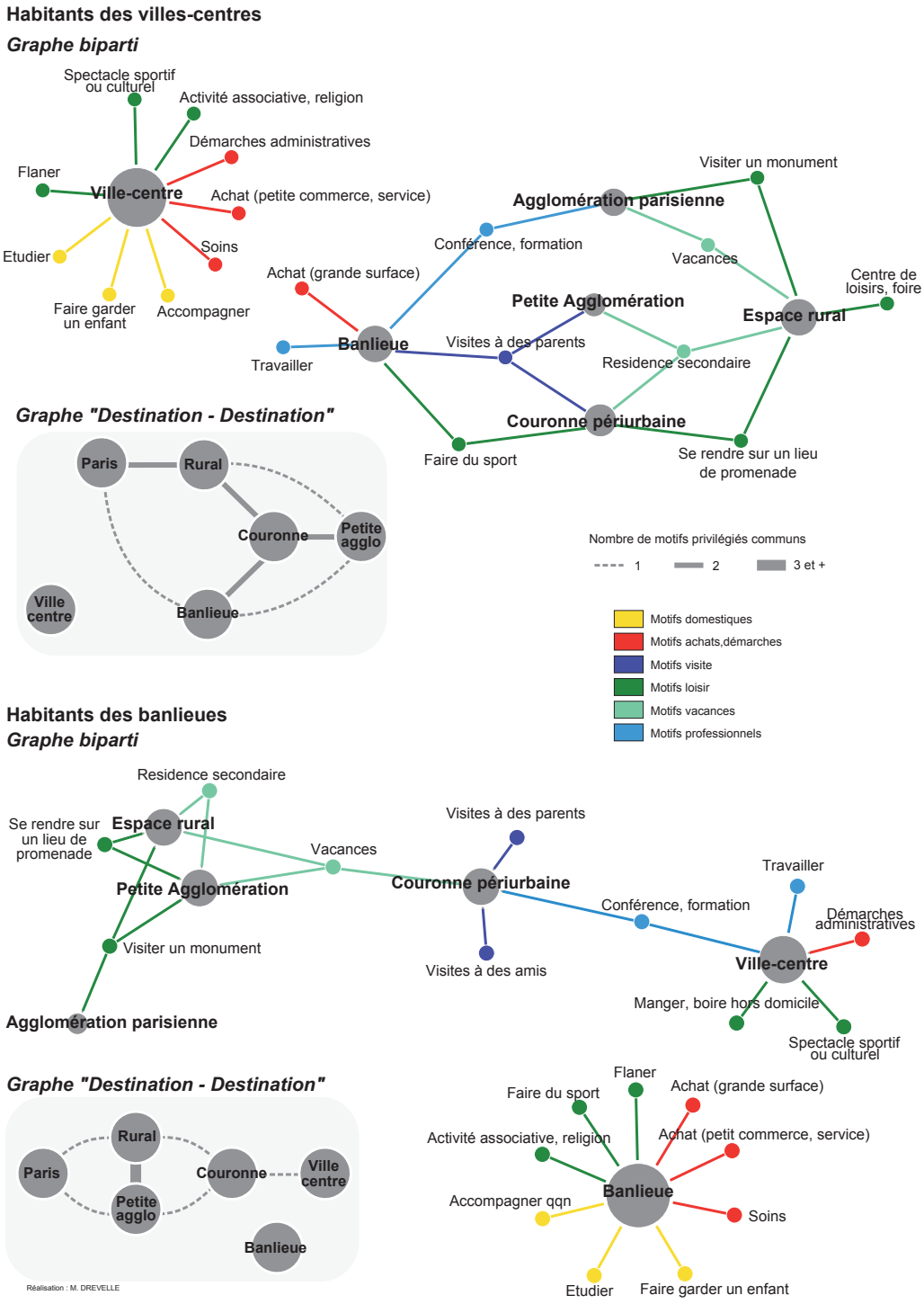
La spécialisation fonctionnelle de l'aire urbaine, du point de vue des périurbains, pose question : reflète-t-elle une répartition spatiale des fonctions urbaines pensée à l'échelle de l'espace métropolitain ou rend-elle compte de l'autonomie des couronnes par le biais de relations de proximité ? La réalité devant se trouver entre ces deux postulats, nous avons choisi d'étudier les destinations privilégiées des habitants des banlieues et des villes-centre pour les comparer à celles des périurbains et mettre en évidence ce qui relève de la proximité ou de l'organisation métropolitaine.

Motifs de déplacement et destinations privilégiées des citadins

La méthodologie utilisée pour réaliser le graphe biparti liant les motifs de déplacement avec leur destination privilégiée est identique à celle mise en place pour les périurbains (voir sous-section 7.1.1, p. 234), chaque relation privilégiée entre un motif et un type d'espace donnant lieu à la création d'un lien. Pour rappel, ces destinations privilégiées sont des surreprésentations relatives, en effet, en valeur absolue, les destinations *ville-centre* (pour les habitants des villes-centre) et *banlieue* (pour les habitants de banlieue) sont majoritaires pour l'ensemble des motifs (sauf vacances et résidence secondaire) (voir tableaux C.12 et C.13, annexe C.3, p.369 et 370). Le graphe obtenu pour les habitants des villes-centre compte 25 nœuds (6 nœuds destinations et 19 nœuds motifs) et 27 liens ; celui obtenu pour les habitants des banlieues compte 26 nœuds et 28 liens (figure 7.2).

L'observation des graphes met en évidence une distance topologique entre l'espace de résidence et les autres espaces. En effet, que ce soit dans le graphe des destinations privilégiées des habitants des villes-centres ou dans celui des habitants des banlieues, on observe deux composants dans le graphe : un sous-

FIGURE 7.2 – Destination privilégiée des habitants du centre et des banlieues des grandes agglomérations en fonction des motifs de déplacement



graphe centré sur l'espace de résidence et un sous-graphe avec les autres espaces. On note toutefois des différences de logique spatiale entre habitants du centre et des banlieues. Les habitants du centre semblent davantage diversifier les destinations pour leurs déplacements par rapport aux banlieusards qui semblent associer plus fréquemment un motif à un seul espace privilégié. Ainsi, dans le sous-graphe *autres espaces* des habitants du centre, 30 % des motifs n'ont qu'une seule destination privilégiée contre 55 % dans le même sous-graphe dans habitants de banlieue. Cela s'observe également dans les graphes destination–destination ; celui des habitants des centres possède un degré moyen plus important que celui des banlieusards (en moyenne 2,3 liens par nœud contre 1,8 pour les habitants des banlieues).

Le graphe permet aussi d'observer une spécialisation fonctionnelle des destinations. Ainsi pour les habitants des centres, la ville-centre apparaît comme un espace du quotidien (études, accompagnement, gardiennage d'enfant, petits achats, soins ou démarches administratives) et des loisirs « d'intérieur » (activités associatives, spectacles). L'attractivité de la banlieue semble liée aux activités plus gourmandes en espace (sport, conférence, visite de centres commerciaux...). L'espace rural, le périurbain et les petites agglomérations semblent davantage liées aux activités sociales, aux vacances et aux loisirs « d'extérieur ». Pour les habitants des banlieues, la ville-centre est un espace de travail et de loisirs culturels ; la couronne périurbaine est associée aux activités sociales (visites aux amis et aux parents) ; le rural et les petites agglomérations sont associés aux vacances et à la promenade.

Importance de la proximité et spécialisation fonctionnelle des espaces urbains

L'analyse des destinations privilégiées par motif des habitants du périurbain et la présentation rapide de celles des habitants de l'agglomération (ville-centre et banlieue) pose la question de la proximité et de la spécialisation fonctionnelle des espaces au sein des systèmes urbains, ou en d'autres termes, pour un même motif, périurbains et urbains fréquentent-ils les même lieux ? La question de la spécialisation fonctionnelle des espaces n'est pas nouvelle, Bouly de Lesdain (2003), citant un article de Barbichon (1973) évoquant le « rôle folklorique » de l'agriculture pour les consommateurs urbains de loisirs ruraux, se demande si la fonction du rural ne se limite pas « à celle d'un immense parc de loisirs ». Les travaux du projet PUCA « Les échelles de l'habiter » dirigé par Lévy et Thibault (2004), ceux de Dodier (2009, 2013) ou de Cailly (2008) mettent en évidence l'attachement à plusieurs lieux, pour des

motifs spécifiques en suivant des parcours personnels. L'objectif de notre travail est davantage de mesurer de manière quantitative cette spécialisation des espaces et aussi de repérer des logiques communes à la fois aux habitants des centres, des banlieues et des couronnes.

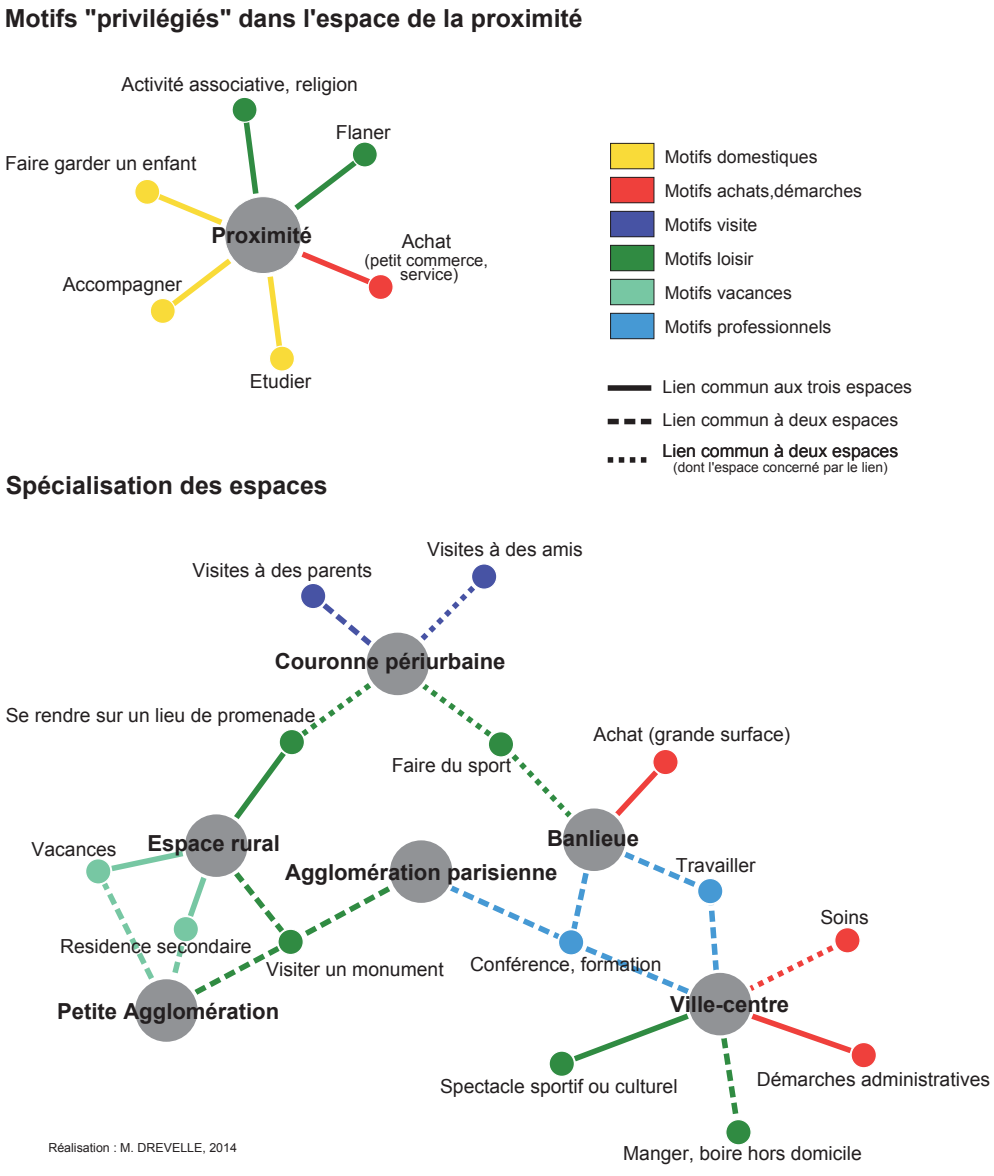
La représentation dans un graphe des destinations privilégiées communes aux périurbains, aux habitants des villes-centres et à ceux des banlieues permet de mieux comprendre dans quelle mesure les habitants privilégient ou non les même lieux pour un motif donné. Afin de dissocier ce qui relève des relations de proximité et ce qui relève de la spécialisation des espaces, nous avons construit deux graphes. Le premier (figure 7.3 en haut) présente les motifs pour lesquels l'espace de résidence est systématiquement privilégié. Le second (figure 7.3 en bas) présente la spécialisation fonctionnelle des espaces (lien présent dans au moins deux des trois graphes de destinations privilégiées).

L'observation du graphe des motifs privilégiées dans l'espace de la proximité permet d'identifier six motifs pour lesquels l'espace privilégié est systématiquement celui de la *proximité* : études, accompagnement, garde d'enfants, activités associatives, achats dans des petits commerces, promenade. On peut alors conclure à une certaine autonomie des différents sous-espaces des aires urbaines en ce qui concerne les activités courantes et domestiques, à un certain ancrage territorial des habitants à leur lieu de résidence. Ce constat permet de questionner l'adage métro, boulot, dodo évoqué en début de section et l'image des cités ou villages-dortoirs en particulier. Les périphéries ne seraient donc pas que des lieux où l'on dort, mais aussi des lieux où l'on vit, avec des services (publics ou commerciaux) et des activités sociales ; des lieux où l'on se plait à flâner aussi.

La mise en lumière de l'importance de la proximité pour les urbains (qu'ils soient centraux ou périphériques) s'accompagne cependant d'une spécialisation fonctionnelle des espaces. Les différents sous-espaces de l'aire urbaine se partagent ainsi les principaux motifs courants de mobilité :

- La *ville-centre* est un espace spécialisé dans les services publics (santé, administrations) et les spectacles sportifs ou culturels, cela est dû à la concentration des grandes infrastructures (hôpitaux, stades, salles de spectacle…) de manière privilégiée au cœur de l'agglomération (bien que souvent à l'extérieur du centre historique). Le centre est aussi un espace où les habitants de l'aire urbaine vont au restaurant ou dans un café, mais c'est surtout un espace fortement lié aux motifs professionnels (cette spécialisation étant partagée avec la banlieue).
- Outre sa spécialisation pour les motifs liés au travail qu'elle partage avec

FIGURE 7.3 – Proximité et spécialisation des espaces



la ville-centre, la *banlieue* apparait comme l'espace privilégié des grandes surfaces et centres commerciaux. En effet, ce motif attire en banlieue des habitants de l'ensemble de l'aire urbaine.
- La couronne périurbaine apparait comme un espace de sociabilité ou tout du moins un lieu où l'on se rend pour visiter des parents ou amis. Elle est aussi un lieu de promenade (au même titre que l'espace rural) et de loisirs sportifs (ce dernier motif étant partagé avec la banlieue).

Les urbains s'approprient aussi des espaces en dehors de l'aire urbaine, cependant leur mobilisation s'effectue davantage pour des motifs occasionnels :
- L'*espace rural* et les *petites agglomérations* apparaissent comme les espaces privilégiés pour les vacances, les séjours dans une résidence secondaire ou la visite d'un monument ; les urbains semblent donc profiter des qualités paysagères et patrimoniales de ces lieux durant leur temps libre.
- L'*agglomération parisienne* occupe une place un peu singulière dans la mesure où elle est appropriée aussi bien pour des motifs professionnels, la rapprochant des spécialisations du centre et de la banlieue, que pour des motifs de loisirs/vacances, la rendant proche des spécialisations du rural et des petites agglomérations.

7.1.3 Autonomie et spécificités fonctionnelles des territoires urbains, quels enseignements pour les transports et la recherche ?

La mise en évidence de l'autonomie des différents territoires composant l'aire urbaine mais aussi des spécialisations territoriales à l'échelle métropolitaine permet de poser un certain nombre de questions en lien avec l'organisation des transports.

Même si l'autonomie des couronnes périurbaines est plus faible que celle des habitants des villes-centres (46 % des déplacements des périurbains sont à destination des couronnes périurbaines contre 75 % des déplacements des citadins à destination des villes-centres), la prise en compte des déplacements périurbains de proximité semble primordiale. Le développement d'infrastructures facilitant l'utilisation du vélo pourrait répondre dans une certaine mesure à cette demande de mobilité, aujourd'hui majoritairement automobile. En effet, les déplacements des périurbains internes à la couronne font en moyenne moins de 5 kilomètres (et la moitié d'entre eux font moins de 3 kilomètres). L'identification des polarités périurbaines et de leur aire d'influence permettrait de réfléchir à la mise en service de transports en commun (TAD, ligne de

bus...) pour les déplacements plus longs.

Parallèlement à cette affirmation de l'importance de la proximité dans les mobilités des habitants du centre et des périphéries des aires urbaines, notre analyse permet de mettre en évidence, ou plutôt de confirmer, la spécialisation fonctionnelle des espaces dans les mobilités des urbains. Que ce soit pour les habitants des centres, des banlieues ou des couronnes, la ville-centre est la destination privilégiée pour les services administratifs ou de santé et les spectacles ; l'agglomération (centre et banlieue) est l'espace privilégié des activités professionnelles ; la banlieue concentre les achats en centres commerciaux ; le périurbain est un lieu de promenade et de visites aux proches ; l'espace rural et les petites agglomérations sont des destinations de vacances.

Identifier à une échelle fine les pôles de proximité et pôles métropolitains qui engendrent des déplacements pour des motifs variés (le travail, certes, mais aussi les achats, les loisirs, les vacances...) nécessiterait une base exhaustive de la mobilité à l'échelle de la commune par exemple. Les enquêtes ménages déplacements (EMD) permettent d'appréhender cette mobilité *tous motifs* mais souvent sur un territoire assez restreint (les EMD périurbaines n'ayant pas un taux de sondage suffisant pour reconstituer des matrices communales de mobilité). L'absence de données de mobilité *tous motifs* à l'échelle communale [7] contraint donc le chercheur à se restreindre aux bases existantes du recensement de la population qui permettent l'analyse des navettes domicile–travail et domicile–études.

Limiter son analyse aux mobilités domicile–travail et domicile–études n'est en soi pas un problème, cela permet en effet de mettre en évidence une certaine forme de polarisation des espaces, d'autant plus que le domicile et le lieu de travail restent structurants pour l'organisation des mobilités quotidiennes (Boulahbal, 2000, 2001; Baudelle et al., 2004). Les individus rationalisent leurs déplacements en chainant les activités, en faisant du « cabotage urbain » (Beaucire, 1996) ; ainsi, « répartis entre le pôle travail et le pôle maison, d'autres lieux alimentent d'un point de vue matériel et symbolique la vie familiale et domestique [...]. La migration alternante domicile - travail donne un rythme, une échelle [à l'essaimage spatial] » (Sajous, 2004). Cependant, à l'aune de l'analyse des destinations privilégiées, le chercheur doit être conscient que l'analyse des mobilités domicile–travail surestime le lien entre la couronne et l'agglomération : elle rend essentiellement compte de la mobilité des actifs. Les jeunes et vieux périurbains ont, quant à eux, un rapport plus fort à la couronne.

7. L'utilisation en recherche des données des opérateurs de téléphonie mobile pourrait apporter un apport précieux à l'analyse des mobilités pour l'ensemble des motifs dans un avenir proche.

7.2 Utilisation du *blockmodeling* pour identifier les structures et polarités secondaires [8]

Les analyses menées dans la section 7.1 de ce chapitre mettent en évidence les limites du modèle mono-centrique des aires urbaines. Elles ouvrent la voie à la recherche de polarités secondaires dans les espaces sous influence urbaine. Comme nous l'avons évoqué précédemment, identifier les polarités (qui induisent des déplacements pour des motifs divers : travail, achat, loisirs) nécessiterait une base de mobilité *tous motifs* à l'échelle communale pour des territoires vastes, base qui n'existe pas. Nous avons donc décidé de nous concentrer sur les mobilités domicile–travail. Si l'analyse de ces mobilités surestime l'attractivité de l'agglomération, elle permet de mettre en évidence une certaine forme de structuration de l'espace : la structuration par l'activité économique.

En étudiant les navettes domicile-travail structurantes autour de Montpellier, ce travail poursuit deux objectifs. Premièrement, il s'agit, grâce à l'utilisation de méthodes issues de la *Social Network Analysis*, de mettre en évidence l'existence de polarités secondaires dans les espaces dominés par une grande agglomération et de comprendre l'organisation spatiale des navettes domicile-travail dans les espaces multipolarisés. Deuxièmement, l'association de cartes et de graphes permet de proposer une visualisation graphique de ces polarisations multiples. Elle offre des visualisations à plusieurs niveaux et rend compte des relations entre territoires.

7.2.1 Repérer et hiérarchiser les flux structurants

Avantages et limites de l'analyse en aire urbaine

Il existe plusieurs approches pour comprendre la structuration spatiale des navettes domicile-travail. L'approche de l'Insee consiste à définir les pôles au préalable (selon leur nombre d'emplois) et à construire la couronne périurbaine autour de ces pôles. Cette méthode permet de créer une typologie simple du territoire français, partagé entre pôles d'emplois, espaces monopolarisés ou multipolarisés et espaces ruraux. Si elle permet une partition claire du territoire, la classification de l'Insee est fortement dépendante des choix méthodologiques dans la définition des pôles et des couronnes. La notion de pôle urbain, fondée sur une définition morphologique, englobe des périmètres beaucoup plus

8. Cette section reprend un article publié par l'auteur dans la revue Mappemonde (Drevelle, 2012c)

larges que le « cœur économique » de l'agglomération. Des communes ayant une structure périurbaine (peu de services et d'emplois, habitat individuel...) sont incluses dans ces pôles urbains. Cette définition morphologique entraine une croissance régulière du périmètre des pôles urbains, sans que cela ne soit forcement en lien avec l'évolution de la structure de l'emploi. L'idée émerge alors de recentrer la notion pôle urbain autour de son « cœur économique », de définir des « agglomérations restreintes » (Wiel, 1999a).

La classification « commune monopolarisée » de l'Insee tend à présenter une structure binaire centre/périphérie simple quand bien même les définitions induisent l'existence de polarités secondaires dans les couronnes périurbaines. En effet, selon la définition de l'Insee, une commune monopolarisée est une commune où « au moins 40 % de la population résidente ayant un emploi travaille dans le pôle ou dans des communes attirées par celui-ci ». De plus, la progression de l'emploi dans les couronnes monopolarisées depuis 1982 (Beaucire et Chalonge, 2011) laisse présager l'émergence de polarités secondaires dans ces espaces périurbains monopolarisés.

Faire émerger les polarités à partir de l'analyse des flux majeurs et du *blockmodeling*

Notre approche de l'analyse de la structure spatiale des navettes domicile-travail est aussi dépendante d'un parti pris méthodologique fort : celui de ne pas définir les pôles a priori mais de les faire émerger au cours de l'analyse. Notre méthode est fondée sur la théorie des graphes et la *Social Network Analysis*. Il faut donc voir les navettes domicile-travail comme un graphe où les nœuds sont les communes et les liens sont les flux de navetteurs entre les communes.

L'objectif de faire apparaître les structures de polarisation à partir du graphe brut sans choisir les pôles au préalable nous a conduit à utiliser le *blockmodeling* et l'équivalence structurale (voir encadrés 7.5 et 7.6). Cette méthode de partitionnement de graphe, développée par des sociologues (Lorrain et White, 1971; Burt, 1976; Faust, 1988), permet de regrouper les « sommets d'un graphe en se basant uniquement sur les propriétés relationnelles des différents acteurs » (Beauguitte, 2011). En d'autres termes, il s'agit de regrouper les différentes communes au sein de « blocks » en se basant sur leurs relations mutuelles (envoi de navetteurs vers les mêmes communes et réception de navetteurs en provenance des mêmes communes). Il est alors possible de créer une typologie des communes et de comprendre les relations hiérarchiques entre les différents blocks (groupes). La spatialisation des résultats permet d'analyser les logiques territoriales des navettes domiciles-travail.

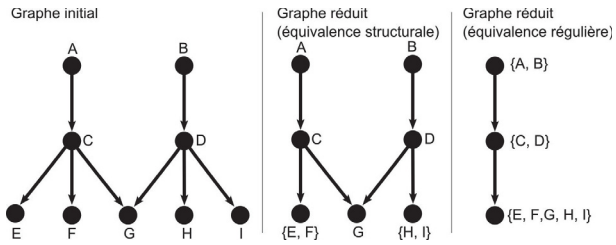
Encadré 7.5 – L'équivalence dans un graphe

Dans un graphe, deux sommets sont dits équivalents lorsqu'ils possèdent des propriétés relationnelles communes, c'est-à-dire qu'ils émettent et reçoivent des liens vers le même type de sommets [a]. Les deux principales formes d'équivalence sont l'équivalence structurale (*structural equivalence*) et l'équivalence régulière (*regular equivalence*). Les mesures d'équivalence sont utilisées dans les méthodes de *blockmodeling* pour partitionner les graphes en se basant uniquement sur les propriétés relationnelles des différents acteurs.

Deux sommets sont dits structurellement équivalents lorsqu'ils ont les mêmes liens avec les mêmes sommets au sein d'un graphe. Il s'agit de la définition la plus stricte de l'équivalence, de fait l'équivalence structurale est relativement rare.

La définition de l'équivalence régulière est la plus souple. Elle regroupe les sommets qui ont le même type de liens avec le même type de sommets. On compte quatre positions de base des sommets : les isolés (*isolate*), les émetteurs (*source*, *transmitter*), les récepteurs (*sink*, *receiver*) et les intermédiaires (*carrier*).

En regroupant les sommets équivalents, on obtient un graphe réduit (*reduced graph*) qui résume les sommets à leur position. Ce graphe réduit correspond à la matrice bloquée du graphe.



Dans le graphe ci-dessus, les couples de sommets HI et EF sont les seuls à être structuralement équivalents. On compte trois groupes de sommets concernés par l'équivalence régulière : AB ; CD ; EFGHI. Si le graphe représentait un organigramme d'entreprise, l'équivalence régulière renverrait à un statut hiérarchique (directeurs, contremaitres, ouvriers) tandis que l'équivalence structurale renverrait à une même position dans l'entreprise (contremaitre sous les ordres de A, ouvriers d'une même équipe travaillant sous les ordres de D...).

a. Cet encadré reprends largement le billet *E comme équivalence* (Drevelle, 2013b), publié sur le carnet de recherche hypotheses.org du groupe fmr. Pour approfondir le sujet, lire la synthèse du groupe fmr *Blockmodeling et équivalences* (Beauguitte, 2011).

ENCADRÉ 7.6 – Le *blockmodeling*

Le *blockmodeling* est une méthode de partitionnement de l'ensemble des sommets d'un graphe fondée uniquement sur les propriétés relationnelles des différents sommets [a]. L'objectif de cette méthode est de faire ressortir, au sein d'un graphe, des positions (ensemble de sommets impliqués dans le même type de relations) et des rôles (systèmes de relations entres les sommets ou entre les positions), sans se baser sur des *a priori* de classe ou de groupe.

Le principe du *blockmodeling* consiste à intervertir les lignes et les colonnes de la matrice d'adjacence afin de positionner les uns à côté des autres les sommets qui ont le même type de relations avec le même type de sommets. Le regroupement des sommets peut être effectué selon plusieurs logiques d'équivalence, les plus fréquentes étant l'équivalence structurale et l'équivalence régulière. La matrice alors obtenue est appelée matrice bloquée (*blocked matrix*). Les blocs sont ensuite agrégés en fonction du fait qu'ils sont composés de liens (on parlera alors de 1-block) ou d'absence de lien (on parlera alors de 0-block) pour former l'*image matrix* qui correspond au blockmodel du graphe. Il est aussi possible de représenter l'*image matrix* sous la forme d'un graphe réduit (*reduce graph*).

Matrice d'adjacence

	A	B	C	D	E	F	G
A	0	0	0	0	0	0	0
B	0	0	1	1	0	1	0
C	1	0	0	0	1	0	1
D	1	0	0	0	1	0	1
E	0	0	0	0	0	0	0
F	0	1	1	1	0	0	0
G	0	0	0	0	0	0	0

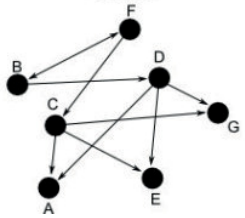
Matrice bloquée

	B	F	C	D	A	E	G
B	0	1	1	1	0	0	0
F	1	0	1	1	0	0	0
C	0	0	0	0	1	1	1
D	0	0	0	0	1	1	1
A	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0
G	0	0	0	0	0	0	0

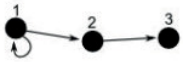
Image matrix

	1	2	3
1	1	1	0
2	0	0	1
3	0	0	0

Graphe



Graphe réduit



Dans le graphe ci-dessus, les sommets B et F sont équivalents, ils constituent du block 1. Le block 1 a un lien circulaire (les sommets du block constituent une clique) et un lien sortant vers le block 2 (composé des sommets C et D)

a. Cet encadré reprends largement le billet *B comme Blockmodel* (Drevelle, 2013a), publié sur le carnet de recherche hypotheses.org du groupe fmr. Pour approfondir le sujet, lire la synthèse du groupe fmr *Blockmodeling et équivalences* (Beauguitte, 2011).

Tableau 7.7 – Flux domicile-travail dans la zone d'étude (501 communes)

	Nombre de liens	en %	Nombre de navetteurs	en %
Total des flux sortants	10 284	100 %	258 000	100 %
Total des flux sortants >20 personnes	1 790	17 %	203 000	79 %
Total des 3 flux dominants > 20 personnes	849	8 %	149 900	58 %

Source : Insee, RGP 2007, fichier détail MOBPRO

Bien que peu utilisée en géographie, quelques travaux récents ont montré l'intérêt de la méthode, notamment pour étudier les rivalités territoriales des gangs à Los Angeles (Radil et al., 2010) ou pour créer une typologie des pays à partir de leurs flux commerciaux (Grasland, 2011). De plus, le *blockmodeling* fonctionne selon une logique assez similaire à la matrice ordonnée de Bertin (Bertin, 1970), mieux connue des géographes.

Notre méthode d'analyse se basant uniquement sur les propriétés relationnelles des nœuds et ne prenant pas en compte la valeur des liens (un flux d'une personne a le même poids qu'un flux de 1000 personnes), nous avons sélectionné les liens les plus structurants. Pour cela, à partir du fichier détail de mobilités professionnelles du recensement de 2007, nous avons simplifié les relations entre communes en ne retenant que les 3 flux majeurs sortants supérieurs à 20 travailleurs. L'analyse par flux majeurs est fréquemment utilisée en géographie pour mettre en évidence des structures hiérarchiques (Cattan, 2004). Nous avons choisi de retenir les trois flux majeurs en nous basant sur l'hypothèse d'une structuration selon la théorie des lieux centraux : une commune pourrait ainsi être sous l'influence d'un pôle principal, d'un pôle intermédiaire et d'un pôle de proximité [9]. Le seuil de 20 navetteurs permet de limiter le biais statistique (l'incertitude est très importante sur les très petits flux) tout en gardant la majorité de l'information. En effet, dans la zone d'étude (figure 7.4, p.250), les flux supérieurs à 20 navetteurs concernent près de 80 % des navetteurs (tableau 7.7).

Le parti pris d'utiliser les flux majeurs minimise de facto les liens nombreux de la commune centre vers la couronne (Beaucire et Chalonge, 2011)

9. Ce choix méthodologie fait référence à la théorie des lieux centraux de Christaller (1933). Un autre moyen de sélectionner les flux (mais non appliqué dans notre analyse) aurait été de garder comme liens les résidus positifs d'un modèle gravitaire, selon la méthode présentée par Bonnefoy et al. (1996) sur la région Languedoc-Roussillon.

FIGURE 7.4 – Périmètre d'étude et zonage Insee

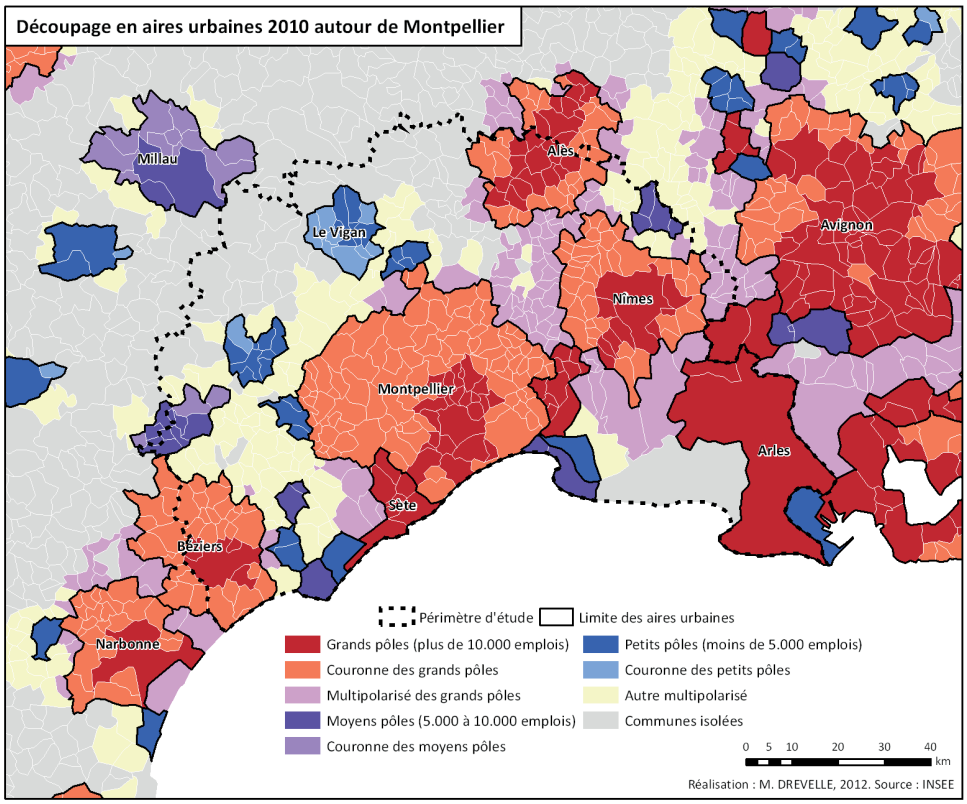
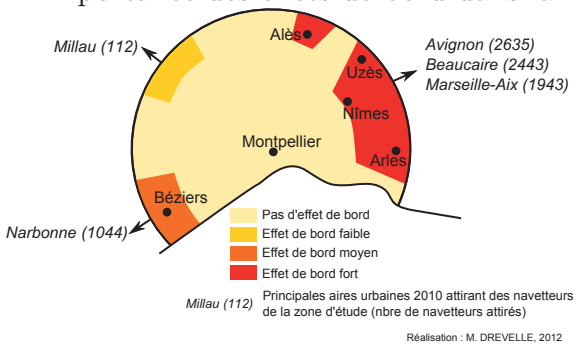


FIGURE 7.5 – Importance des effets de bord dans la zone d'étude



Les cartes présentées ne tiennent pas compte des polarités extérieures et doivent donc être interprétées en ayant conscience des effets de bord (surtout dans la frange Est de la zone d'étude où l'influence de Marseille, Beaucaire et Avignon est réelle).

mais facilite l'apparition de polarités secondaires et la compréhension de la hiérarchie entre groupes de communes. Ainsi, après sélection des flux majeurs, notre graphe ne représente plus que 58 % du total des navetteurs. Cependant, il conserve les flux les plus structurants puisque ces 58 % de navetteurs sont concentrés sur seulement 8 % de liens.

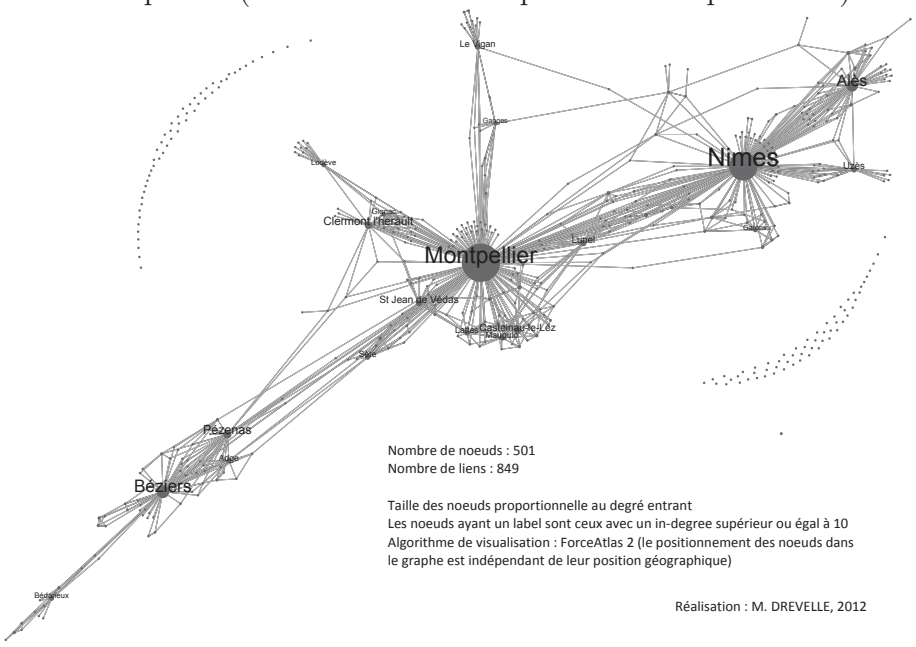
La zone d'étude retenue se compose de l'ensemble des communes situées à moins de 65 kilomètres du centre de Montpellier. Ce seuil a été choisi afin que notre zone d'étude intègre aussi les pôles de Nîmes et de Béziers. La présence de ces communes dans la zone d'étude est importante pour étudier les logiques de multipolarisarion autour de Montpellier, toutefois notre analyse n'a pas vocation à étudier la multipolarisation à l'échelle régionale à cause d'importants « effets de bordure ». Bien qu'il existe des flux sortants de la zone d'étude (environ 21 500 flux sortants sur les 258 000 navettes internes à notre secteur) principalement vers l'Est (Bouches du Rhône et Vaucluse), ils n'ont que peu d'incidences sur l'organisation de la multi polarisation autour de Montpellier. Le périmètre de 65 kilomètres est suffisamment large pour neutraliser l'effet autour de la ville (figure 7.5). Au total 501 communes (nœuds) et 849 liens ont été retenus pour notre analyse. Certaines communes ne possèdent pas de flux sortants supérieurs à 20 personnes et se présentent donc sous forme de nœud isolé. Ce graphe constitue le « graphe de départ » de notre analyse (figure 7.6).

Ce graphe permet de faire apparaitre les nœuds attractifs, c'est-à-dire ceux ayant un fort degré entrant (*in-degree*). Il confirme la puissance du pôle de Montpellier tout en mettant en évidence des structures assez complexes de multipolarisation. En effet, le nœud de Montpellier partage son attraction avec d'autres nœuds du graphe. L'observation de ce « graphe de départ » apporte certains éléments de réponse à la question de la multipolarisation des navettes domicile-travail autour de Montpellier en identifiant des pôles « concurrents » (Nîmes, St Jean de Védas, Clermont l'Hérault. . .). Elle permet aussi de justifier la démarche de *blockmodeling* qui permet de mettre en évidence une structure simplifiée de ces navettes et de ces concurrences entre pôles.

Pour faire ressortir des groupes de communes à partir de ce graphe, la méthode de *clustering* utilisée pour établir les équivalence et délimiter les blocks s'appuie sur un processus de Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) (Breiger et al., 1975). Elle permet donc de couper l'arbre hiérarchique (dendrogramme) à différents niveaux pour faire apparaître des structures de plus en plus détaillées (figure 7.7) [10].

10. Les analyses de *blockmodeling* ont été réalisées sur le logiciel R grâce aux *packages* Statnet (Handcock et al., 2003) et sna (Butts, 2013)

FIGURE 7.6 – Graphe de départ : navettes domicile-travail à 65 kilomètres autour de Montpellier (3 flux dominants supérieurs à 20 personnes)



7.2.2 Mise en évidence des aires d'influence des grands pôles (1ère et 2ème partitions)

Une première partition du graphe en 6 blocks permet d'identifier les principaux pôles de la zone (Montpellier, Nîmes et un système « Béziers-Agde-Pézenas ») et les couronnes polarisées par Montpellier et Nîmes (figure 7.8). Les couronnes délimitées par le *blockmodeling* sont beaucoup plus étendues que les couronnes périurbaines définies par l'Insee en 2010 Tailhades (2011) (figure 7.4, p.250). Elles intègrent en effet des zones multipolarisées mais aussi des aires urbaines entières (Sète, Lunel, Alès). On peut donc voir dans cette première partition la délimitation des aires d'influence des deux pôles principaux de la zone d'étude et leur domination sur un certain nombre de pôles secondaires. Il est aussi intéressant de noter que, si Nîmes polarise une couronne importante, la ville est elle-même attirée par Montpellier. Il ressort donc de ce premier découpage l'affirmation de la position dominante de Montpellier sur la région.

Un certain nombre de communes apparaissent comme non polarisées par Nîmes ou par Montpellier. Il s'agit à la fois de communes trop petites pour avoir un flux sortant supérieur à 20 personnes et de systèmes de polarité qui

FIGURE 7.7 – Structure spatiale des navettes domicile-travail autour de Montpellier

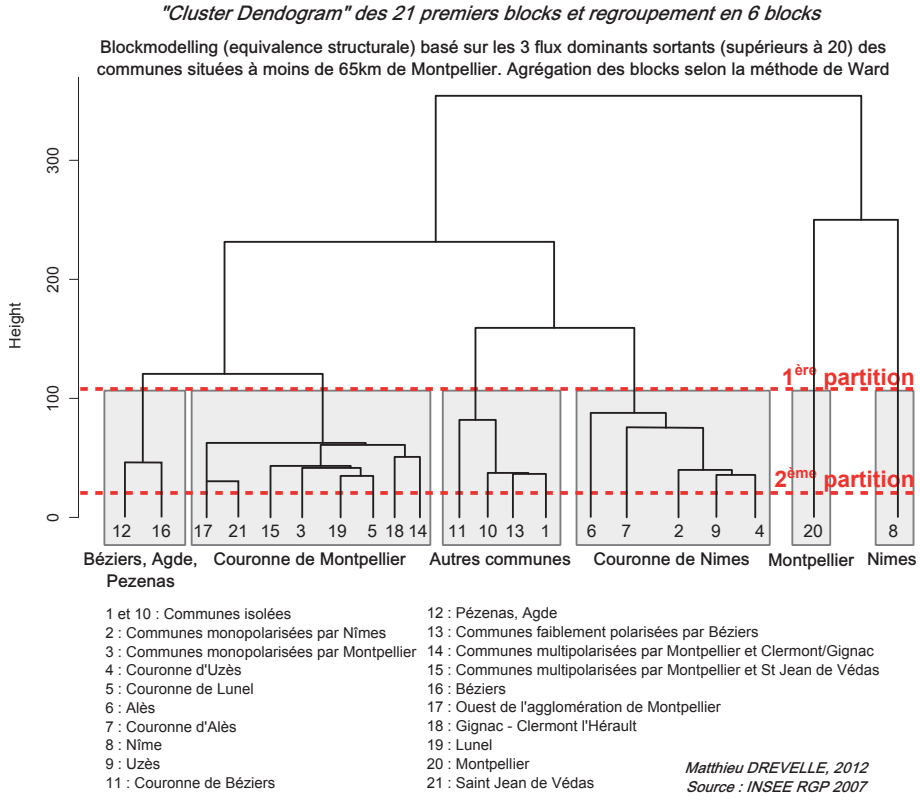
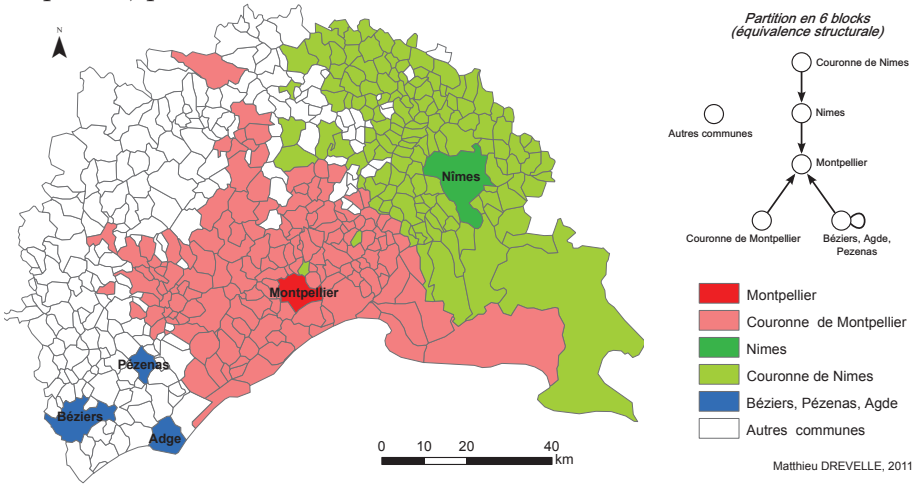


FIGURE 7.8 – Structure des navettes domicile-travail à 65 kilomètres autour de Montpellier, partition en 6 blocs



ne sont pas assez importants pour apparaître à ce niveau de regroupement.

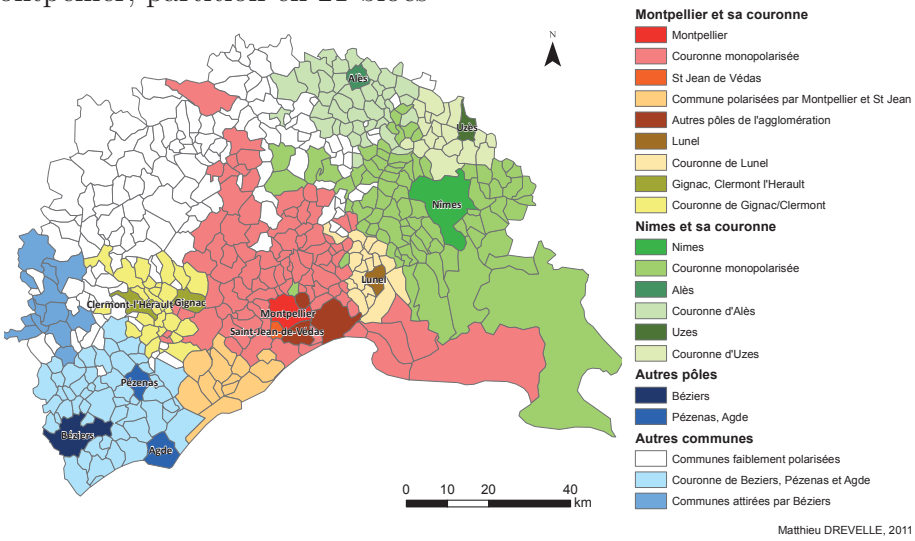
Même si la structure mise en évidence est très simple : deux pôles principaux, deux couronnes et un « système urbain », elle explique une partie non négligeable des navettes domicile-travail. En effet, 58 % des flux du graphe de départ sont expliqués par cette partition et 33 %, soit un tiers, de l'ensemble des navettes de la zone (y compris celles qui font partie d'un flux inférieur à 20 personnes) fonctionnent selon ce schéma. En supprimant l'orientation du graphe issu de la partition en 6 blocks (afin de pouvoir rendre compte des navettes du pôle vers la couronne), nous expliquons 42 % du total des navettes.

Si la partition en 6 blocks a permis de mettre en évidence les pôles principaux et leur aire d'influence, la mise en évidence de structures multipolarisées nécessite d'augmenter le nombre de blocks. Nous avons donc coupé le dendrogramme plus bas pour obtenir une partition en 21 blocks (figure 7.7). Cette partition fait apparaître de nouveaux pôles et couronnes à l'intérieur des deux aires d'influences identifiées par la partition en 6 blocks. Ainsi, à l'intérieur de l'aire d'influence de Montpellier, des polarités s'organisent autour de Lunel, Clermont l'Hérault et Gignac. De plus, certaines communes contigües à Montpellier se distinguent et préfigurent les polarités secondaires de l'agglomération de Montpellier. Dans la couronne de Nîmes, des aires d'attractions apparaissent autour d'Alès et Uzès. Le système « Béziers, Pézenas, Agde » se dote lui aussi d'une couronne.

Certains blocks identifiés dans cette partition laissent présager l'émergence d'autres polarités qui apparaissent à un niveau plus fin de découpage. C'est le cas du block « communes polarisées par Montpellier et St Jean » qui est la base d'un système organisé autour de Sète et Frontignan (séparation des pôles et de la couronne à partir de la partition en 31 blocks) et du block « communes faiblement attirées par Béziers » qui devient un système organisé autour de Bédarieux et Lamalou-les-Bains à partir du découpage en 35 blocks.

Globalement, la carte obtenue à l'issue de la partition en 21 blocks (figure 7.9) a une structure assez équivalente à celle des aires urbaines 2010 de l'Insee (figure 7.4, p.250). Ce résultat tend à valider la robustesse de la méthode. Toutefois, là où l'Insee présente des couronnes monopolarisées, notre analyse de *blockmodeling* présente des polarités secondaires à l'intérieur des aires d'influence de Montpellier et Nîmes. De plus le *blockmodeling* permet d'identifier clairement les pôles d'emplois de la zone d'étude, là où la délimitation des unités urbaines agrège dans un même ensemble des pôles économiques et des communes à vocation résidentielle. Ce second découpage permet de mettre en évidence une structure multipolarisée des navettes domicile-travail partagée

FIGURE 7.9 – Structure des navettes domicile-travail à 65 kilomètres autour de Montpellier, partition en 21 blocs



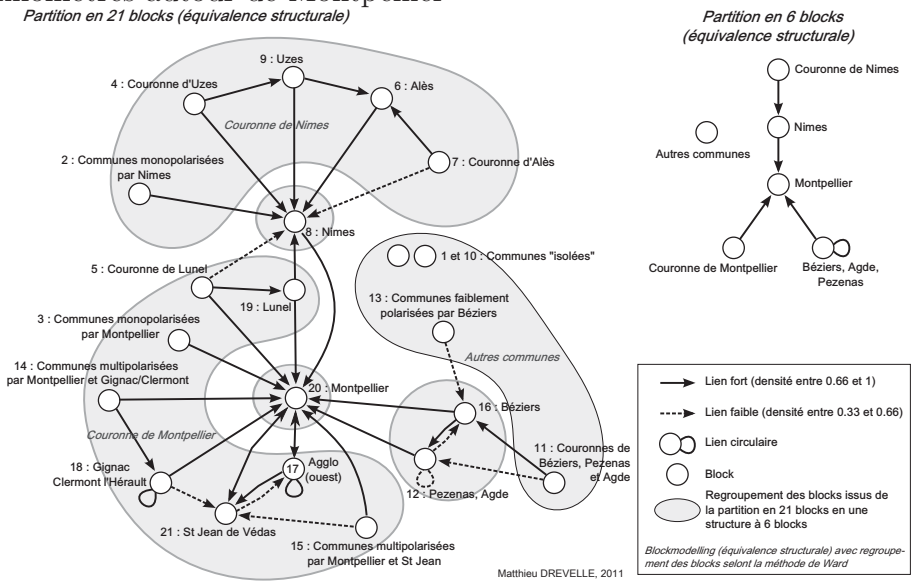
entre deux pôles principaux et plusieurs pôles intermédiaires.

Si la cartographie des blocks est intéressante pour spatialiser les couronnes des différents pôles, l'intérêt majeur du *blockmodeling* réside dans la lecture des graphes simplifiés qui présentent les relations entre blocks (figure 7.10). Ils sont une représentation synthétique du graphe de départ et permettent de rendre plus visibles les relations entre les communes. Ainsi, alors que le graphe de départ compte 501 nœuds et 849 liens, le graphe simplifié issu du *blockmodeling* en 21 blocks permet de représenter 80 % des flux du graphe de départ et près de la moitié de l'ensemble des flux de navetteurs en seulement 21 nœuds et 36 liens.

L'intensité de la relation entre deux blocks est caractérisée par une densité de liens. Une relation forte suppose qu'au moins deux tiers des liens entre le block d'émission et le block de réception soient complétés, on parle alors de densité de liens (nombre de liens effectifs/nombre de liens possibles) supérieure à 0,66. En d'autres termes, la quasi-totalité des communes du block émetteur doivent envoyer un flux vers presque toutes les communes du block récepteur. Des relations d'intensité plus faible peuvent aussi être mises en évidence lorsque la densité des liens est comprise entre 0,33 et 0,66.

Cette hiérarchisation des liens par l'intensité des relations est intéressante pour mieux comprendre la structure des navettes et en particulier les logiques de multipolarisation. Ainsi Lunel et sa couronne, bien que faisant partie de la couronne de Montpellier (telle que définie par la première partition), sont

FIGURE 7.10 – Graphes simplifiés de la structure des navettes domicile-travail à 65 kilomètres autour de Montpellier



aussi partiellement polarisées par Nîmes : en effet, la densité de lien entre les blocks « couronne du Lunel » et « Nîmes » est de 0,39. Cela veut dire que 39 % des communes de la couronne de Lunel ont un flux structurant en direction de Nîmes.

On observe aussi des phénomènes de multipolarisation en périphérie de la zone d'étude : au sein de la couronne de Nîmes, les communes définies par la partition en 21 blocks comme « couronne d'Alès » ne sont que partiellement polarisées par le pôle de Nîmes. La densité de lien entre les blocks « couronne d'Alès » et « Nîmes » étant de 0,54. De même, les communes de la « couronne de Béziers, Pézenas et Agde » sont en fait fortement polarisées par Béziers et partiellement par Pézenas et Agde. La densité de liens entre les blocks « couronne de Béziers, Pézenas et Agde » et « Béziers » est de 0,85 alors qu'elle est de 0,37 avec le block « Pézenas, Agde ». Toutefois, ces structures sont à observer avec prudence dans la mesure où le *blockmodeling* ne prend pas en compte les pôles extérieurs à la zone d'étude (Marseille, Avignon, Narbonne...). Ainsi, Arles apparaît comme monopolarisée par Nîmes, alors que 20 % de ces actifs travaillent en dehors de la zone d'étude.

La seconde partition doit donc être vue comme une étape méthodologique intermédiaire pour comprendre la structure de navettes autour de Montpellier et non comme un panorama de l'organisation régionale des flux domicile-travail.

7.2.3 Polarités multiples à l'intérieur de la *couronne* de Montpellier (3ème partition)

La partition en 21 blocks a permis d'identifier l'existence de polarités secondaires à l'intérieur des couronnes de Nîmes et Montpellier. Une partition plus fine permet d'affiner la compréhension de ces polarités secondaires. Cependant la multiplication du nombre de blocks tend à rendre la lecture de l'information de plus en plus complexe. La troisième partition du graphe permet d'identifier 60 blocks. Nous avons utilisé cette partition pour étudier les polarités multiples à l'intérieur de la couronne de Montpellier (définie lors de la première partition). Les résultats présentés sont donc focalisés sur les relations entre blocks à l'intérieur de cette couronne de Montpellier (soit 24 blocks et 33 liens).

Le graphe simplifié de cette troisième partition (figure 7.12) met en évidence deux types de polarités secondaires. Le premier type, « polarités secondaires de l'agglomération de Montpellier », fait apparaître quatre pôles adjacents à la commune de Montpellier : Castelnau-le-Lez, Lattes, Mauguio et Saint-Jean-de-Védas. Ces quatre pôles, qui possèdent des aires d'attraction distinctes, ont des relations fortes les uns avec les autres.

Le second type de polarités, « polarités secondaires de la couronne de Montpellier », regroupe les pôles plus éloignés de la commune de Montpellier. Certains pôles étaient déjà identifiés lors de la seconde partition (Clermont, Gignac, Lunel) alors que d'autres sont révélés par la partition en 60 blocks (Ganges, Saint-Mathieu-de-Tréviers, Sète, Frontignan, « littoral est »). Ces pôles possèdent des couronnes propres ou partagées et sont relativement indépendants les uns des autres, à l'exception des diptyques Sète/Frontignan et Clermont/Gignac. Certaines couronnes subissent l'influence de polarités extérieures à l'aire d'influence de Montpellier : comme nous l'avons vu précédemment la couronne de Lunel est partiellement polarisée par Nîmes, quant à la couronne de Ganges, elle est partiellement polarisée par la commune du Vigan.

La cartographie des blocks permet de comprendre comment s'organisent les polarités multiples dans l'aire d'influence de Montpellier (figure 7.11). On observe ainsi que les systèmes secondaires de polarisation prennent la forme de couronnes plus ou moins complètes pour les « pôles de la couronnes ». L'aspect non fini des couronnes de Gignac et Saint-Mathieu-de-Tréviers est grandement dû au seuil minimal de 20 personnes pour les flux retenus. Un abaissement de ce seuil aurait très probablement eu comme effet l'intégration de communes classées « monopolarisées par Montpellier » à ces couronnes.

À l'inverse, en ce qui concerne les polarités secondaires de l'agglomération

FIGURE 7.11 – Structure des navettes domicile-travail dans la couronne de Montpellier

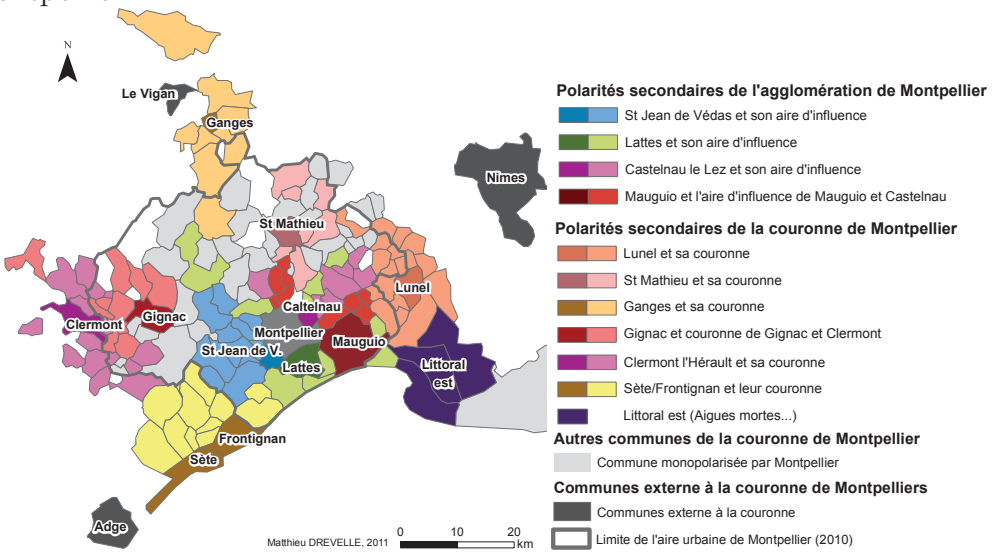
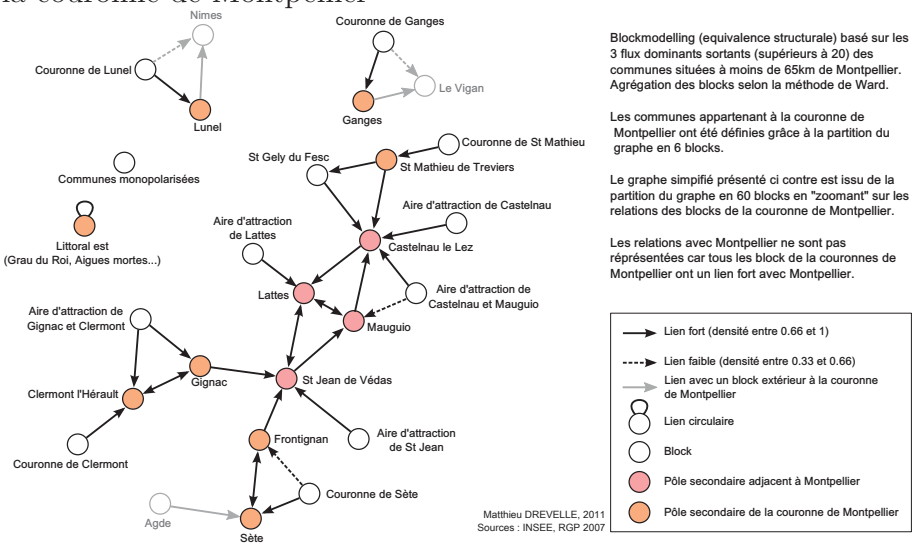


FIGURE 7.12 – Graphe simplifié de la structure des navettes domicile-travail dans la couronne de Montpellier



de Montpellier, la structure spatiale de la multipolarisation répond davantage à une logique de cadran. Saint-Jean-de-Védas polarise la partie ouest de la proche couronne de Montpellier. Castelnau-le-Lez (et dans une moindre mesure Mauguio) polarise le cadran nord-est. Quand à Lattes, elle polarise le littoral, au sud, même si son influence s'étend à quelques communes du nord.

La mise en évidence de polarités secondaires à l'intérieur des aires d'influence des grands pôles interroge sur les degrés d'autonomie, d'indépendance, de ces polarités secondaires vis-à-vis du pôle principal. La mesure de « l'indice d'attractivité » (encadré 7.8) de ces pôles met en évidence le rôle de la distance à Montpellier dans leur autonomie (tableau 7.9). Il apparaît ainsi que les pôles secondaires de la couronne sont plus indépendants que les pôles secondaires de l'agglomération. Au sein même des pôles de la couronne de Montpellier, on distingue clairement une différence d'autonomie selon que le pôle soit situé à l'intérieur ou à l'extérieur de l'aire urbaine de Montpellier. Ainsi, l'indice d'attractivité des quatre pôles situés à l'extérieur de l'aire urbaine est compris entre 35 % et 49 % ce qui suggère une relative autonomie. Avec un indice de 19 %, les deux autres pôles secondaires de la couronne, situés à l'intérieur de l'aire urbaine, sont beaucoup moins indépendants. Dans leur couronne respective, pour un navetteur se rendant à Saint-Mathieu-de-Tréviers ou Gignac, quatre se rendent à Montpellier. De plus, ces pôles sont bien moins importants en termes de quantité de navettes entrantes que les pôles extérieurs à l'aire urbaine.

En ce qui concerne les pôles secondaires de l'agglomération de Montpellier, on observe un niveau d'autonomie bien plus faible que pour les pôles secondaires de la couronne, malgré la relative importance des flux captés. Ainsi, l'indice d'attractivité de ces pôles est compris entre 8 et 12 %. Cela veut dire qu'au sein de leur aire d'attraction respective, lorsqu'un pôle capte un navetteur, entre 8 (pour Lattes et Castelnau) et 11 navetteurs (pour Saint-Jean-de-Védas et Mauguio) se rendent à Montpellier. La multipolarisation du proche périurbain de Montpellier est certes avérée, mais la ville centre reste relativement hégémonique.

La partition en 60 blocks permet d'expliquer une grande partie des flux structurants à l'intérieur de la couronne de Montpellier. En effet près de deux tiers des flux générés par la couronne sont expliqués par la partition en 60 blocks. Le tiers restant (43 000 navettes) est le fait de petits flux entre communes voisine ou proches, répondant au modèle gravitaire. Ces « petits flux » ne peuvent pas ressortir de l'analyse par *blockmodeling*, il serait toutefois intéressant de mesurer de savoir dans quelle mesure ils possèdent la même orien-

Encadré 7.8 – Calcul de l'indice d'attractivité des pôles secondaires

L'indice est calculé à partir des navettes en provenance des couronnes des pôles secondaires et à destination des communes polarisant la couronne (les couronnes et les pôles étant définis par le processus de *blockmodeling*). Ces navettes de la couronne vers un pôle sont appelées « navettes polarisées ». L'indice mesure le partage des navettes polarisées entre l'attraction du pôle principal et celle du pôle secondaire. Il est compris entre 0 % et 100 %, exprimant la part des « navettes polarisées » captées par le pôle secondaire. L'indice rend donc compte d'une forme d'indépendance du pôle secondaire vis-à-vis d'un pôle métropolitain. Il est de 0 % si l'ensemble des navetteurs de la couronne est attiré par le pôle principal (et donc 0 % par le pôle secondaire), de 100 % si l'ensemble des navetteurs est attiré par le pôle secondaire et de 50 % si les navetteurs se répartissent de manière égale entre pôle secondaire et pôle principal (métropolitain). L'indice est calculé grâce à la formule suivante :

$$A_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_{ij}+N_{ij'}}$$

i : couronne du pôle secondaire j
j : pôle secondaire (polarisant la couronne i)
j' : pôle(s) principal(aux) (polarisant i et j)
A_{ij} : Indice d'attractivité du pôle i sur la couronne j, par rapport au(x) pôle(s) principal(aux) j'
N_{ij} : Navettes entre la couronne i et le pôle secondaire j
$N_{ij'}$: Navettes entre la couronne i et le(s) pôle(s) principal(aux) j'

Tableau 7.9 – Indépendance des pôles de la couronne vis-à-vis de Montpellier

Espace multipolarisé	Navettes vers pole secondaire	Navettes vers Montpellier	"indépendance" du pôle secondaire vis-à-vis de Montpellier
Couronne de Ganges	707	722	49 %
Couronne de Sète/Frontignan	2 914	3 141	48 %
Couronne de Lunel*	1 839	2 797	40 %
Couronne de Clermont	1 428	2 600	35 %
Couronne de St Mathieu	202	859	19 %
Couronne de Gignac	413	1 798	19 %
Aire de Lattes	1 016	7 677	12 %
Aire de Castelnau	969	8 004	11 %
Aire de Mauguio	421	4 719	8 %
Aire de St Jean de Védas	759	8 518	8 %

*La couronne de Lunel est aussi sous l'influence de Nîmes. Ainsi si on considère les navettes vers Montpelier et Nîmes, le taux d'attractivité de Lunel tombe à 33 %.
Source : Insee, RGP 2007, fichier détail MOBPRO

tation que les flux principaux, même s'ils ne sont pas à destination des pôles identifiés.

7.2.4 Quels sont les apports du *blockmodeling* ?

L'utilisation du *blockmodeling* présente plusieurs avantages pour comprendre et représenter la structure des navettes domicile-travail. Premièrement, la relative proximité entre la carte des aires urbaines de l'Insee et celle de la partition 21 blocks tend à valider la robustesse de la méthode. Les diverses analyses réalisées à partir des résultats du *blockmodeling* confirment la tendance à la multipolarisation des espaces périurbains : des pôles secondaires apparaissent clairement en banlieue et en bordure des couronnes périurbaines. Toutefois, dans le cas de Montpellier, la prédominance de la ville centre sur la couronne reste forte.

L'application de la méthode sur d'autres territoires (voir les exemples sur Angers et Avignon dans l'annexe C.4) confirme cette mise en évidence de structures multipolarisées à l'intérieur des aires urbaines :

– Dans le cas d'Angers, on observe nettement l'influence des communes de banlieue qui se partagent les communes de la couronne angevine entre l'Ouest, multipolarisé par Angers et les communes de la Banlieue Ouest,

et l'Est, multipolarisé par Angers et les communes de la Banlieue Est. Les polarités périphériques s'organisent tout autour de la couronne d'Angers, possédant elles-mêmes leur propre aire d'influence (figure C.1).

– Le cas d'Avignon est particulièrement intéressant dans la mesure où il met clairement en évidence la structure multipolaire de l'aire urbaine articulée autour d'Avignon (le pôles principal de l'aire urbaine) et plusieurs autres polarités importantes : Orange, Carpentras, Cavaillon... Cette aires urbaines d'Avignon est d'ailleurs en parti le résultat de la fusion de quatre aires urbaines entre 1999 et 2010.

L'utilisation du *blockmodeling* en géographie apporte ainsi une véritable plus-value en ce qui concerne la représentation graphique des navettes domicile-travail (ou des structure de polarisation). L'association du graphe simplifié, montrant la structure des navettes, et de la cartographie des blocks permet de représenter l'organisation spatiale des navettes domicile-travail plus lisiblement qu'une carte des flux. De plus, la possibilité offerte par la méthode de choisir le nombre de blocks, en coupant l'arbre de la CAH plus ou moins haut, permet d'appréhender la structure des navettes à plusieurs échelles : de la délimitation des aires d'influence des grand pôles à l'identification de la multi polarisation des couronnes périurbaines.

Des applications pratiques de cette méthode sont envisageables dans le domaine des transports, notamment pour définir des lignes interurbaines structurantes et organiser un système de rabattement autour d'elles (Drevelle, 2012a) [11].

11. Ce point est traité dans le chapitre 9 de la thèse.

7.3 Conclusion : Des mobilités périurbaines complexes qui appellent à l'articulation des réseaux

L'analyse de la complexité des mobilités des habitants du périurbain, qui allient relations de proximité et navettes vers l'agglomération ou les pôles d'emplois périphériques, oblige à reformuler notre questionnement sur la desserte des espaces périurbains. En effet, à l'aune de nos résultats sur les espaces privilégiés des mobilités des périurbains selon les motifs ou encore des logiques de multipolarisation mise en évidence par l'utilisation du *blockmodeling*, il apparait clairement que relier la périphérie au centre ne suffit pas. Si ces éléments ne remettent pas en cause l'intérêt des travaux présentés dans la seconde partie de ce travail de thèse (dont l'objectif est de montrer le lien entre morphologie périurbaine et coût de desserte et non de créer des réseaux idéaux), les types de réseaux théoriques testés doivent être adaptés pour prendre en compte la réalité des mobilités périurbaines :

- L'importance de relations de proximité, surtout pour les motifs courants (accompagnent, petits achats...) ;
- La spécialisation relative des différents espaces selon le motif de déplacement (banlieue pour les achats en centres commerciaux, ville-centre pour le travail ou les spectacles, espace rural pour les vacances) ;
- L'existence de logique de multipolarisation des couronnes avec des pôles secondaires de plus en plus autonomes à mesure qu'on s'éloigne de la ville-centre.

Ce constat invite à penser la notion de transport en commun dans les territoires de faible densité non plus seulement en termes de desserte mais davantage en termes de maximisation de l'accessibilité aux différentes ressources. Ces ressources n'étant pas toutes situées dans l'hypercentre, l'articulation des réseaux (notamment entre réseaux interurbains et urbains pour faciliter l'accessibilité aux communes de banlieue depuis la couronne périurbaine) apparait alors comme un élément clé pour offrir des solutions de mobilité alternatives à l'automobile.

Chapitre 8

Planifier l'articulation des réseaux dans des systèmes multipolarisés

Les mobilités dans les espaces de faible densité sont bien plus complexes que le simple schéma centre–périphérie souvent proposé comme cadre d'analyse pour étudier le phénomène périurbain. L'importance des relations de proximité (notamment pour les déplacements courants), le fait métropolitain et la multipolarisation des espaces appellent à une réflexion sur l'articulation des échelles de mobilité. Réponse technique à ces besoins de mobilité complexes, l'articulation des réseaux de transport en commun apparait alors comme un enjeu important pour permettre des pratiques modales compatibles avec les objectifs du développement durable.

Ce chapitre analyse, au prisme des documents de planification autour de l'agglomération de Montpellier, la prise en compte de la multipolarisation des mobilités par les acteurs publics et leurs stratégies pour concilier proximité et métropolisation. La vision de l'articulation des différents réseaux (modes doux, urbains et interurbains) au sein des territoires périphériques ou centraux met en effet en évidence des choix politiques différenciés. Une étude de cas sur le Sud-Ouest de l'agglomération de Montpellier permet d'évaluer les impacts pour le voyageur de différentes modalités d'articulation.

8.1 Articulation des échelles de mobilité dans les politiques d'aménagement

L'articulation des échelles de réseaux de transport en commun trouve sa concrétisation spatiale dans la réalisation de pôles d'échanges multimodaux. Ces pôles ont pour vocation de permettre et faciliter le passage d'un mode à l'autre (par exemple du bus vers un tramway), d'une échelle à l'autre (du transport interurbain vers le transport urbain), d'un système à l'autre (de l'automobilite aux transports publics). Sans revenir sur la notion de pôle d'échanges [1], il parait intéressant d'évaluer comment cette notion d'articulation entre les échelles est effectivement présente dans les documents de planification des transports. Cyprien Richer (2007b) pose ainsi la question : « Au niveau spatial, les pôles d'échanges font-ils passer les frontières pour des membranes ? ». Les résultats de sa recherche montrent cependant que « les pôles d'échanges et l'intermodalité apparaissent rarement dans les Pdu comme des vecteurs d'interfaces entre les institutions ».

L'analyse des Pdu, qui ne couvrent souvent que la partie centrale du système métropolitain, donne une certaine vision de l'articulation territoriale : celle du centre. Elle doit donc être complétée par une analyse des documents de planification stratégique (les Scot) des collectivités périphériques. De plus, nos recherches mettant en évidence une double logique d'interdépendance entre les espaces et d'appropriation des territoires de la proximité, l'analyse suit deux axes : d'une part les relations territoriales entre les différents territoires institutionnels et, d'autre part, l'incitation à des mobilités de proximité dans les espaces périphériques.

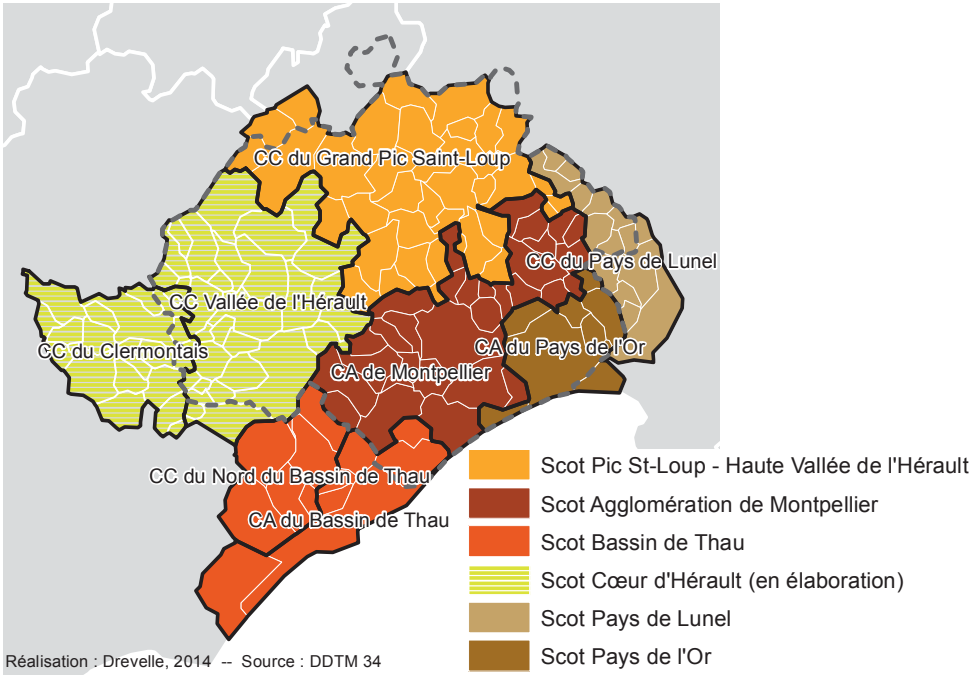
8.1.1 Liste des documents de planification autour de Montpellier

L'analyse des politiques d'articulation des échelles de mobilité autour de Montpellier au prisme des documents de planification se fonde sur les documents suivant :

- Pdu de Montpellier Agglomération
- Scot de Montpellier Agglomération

1. Un travail bibliographique (avec résumé de l'état de l'art et fiche de lecture), commandé par le Certu, permet d'appréhender la majeure partie des facettes de la notion de pôle d'échanges (Mosnat et Sahabana, 2002). La thèse de doctorat de Cyprien Richer (2007a) offre quant à elle une analyse complète des pôles d'échanges dans une perspective de multipolarité, d'intermodalité et de coopération intercommunale.

FIGURE 8.1 – Périmètre des EPCI et des SCOT autour de Montpellier



- PDU du Bassin de Thau
- SCOT du Bassin de Thau
- SCOT du Pic Saint-Loup – Haute Vallée de l'Hérault
- SCOT du Pays de l'or
- SCOT du Pays de Lunel

Ces documents correspondent à l'ensemble des SCOT et PDU contigus à l'agglomération de Montpellier. Ils permettent de couvrir l'ensemble de l'aire urbaine montpelliéraine, à l'exception de l'Ouest de la couronne périurbaine (figure 8.1). En effet, les communautés de communes Vallée de l'Hérault et du Clermontais ont débuté l'élaboration d'un SCOT (SCOT Cœur d'Hérault) en 2012 pour disposer d'un document en 2017.

Les documents couvrent des intercommunalités au profil différent (trois communautés d'agglomération et trois communautés de communes) avec des variations importantes d'intensité de l'urbanisation (tableau 8.1). La communauté d'agglomération de Montpellier est de loin la principale entité du territoire tant en nombre d'habitants et d'emplois qu'en intensité de l'urbanisation et des activités (près de 1000 habitants et 500 emplois par kilomètre carré). La communauté d'agglomération du bassin de Thau apparait comme le second pôle de la zone étudiée (loin derrière Montpellier mais clairement devant

Tableau 8.1 – Principales caractéristiques des Epci autour de Montpellier (en 2010)

Epci	Population (2010)	Emploi (2010)	Surface (km^2)	Densité par km^2	
				Pop.	Emplois
CA Montpellier	417 647	199 621	422	990	473
CA Bassin de Thau	93 937	28 701	168	558	171
CA Pays de l'Or	42 443	15 627	115	370	136
CC Pays de Lunel	46 495	12 143	137	340	89
CC Nord du Bassin de Thau	25 597	5 978	142	180	42
CC Clermontais	23 881	6 991	232	103	30
CC Grand Pic Saint-Loup	43 174	10 250	563	77	18
CC Vallée de l'Hérault	33 755	6 777	481	70	14

Réalisation : Drevelle, 2014 – Sources : Insee RGP 2010

les autres Epci). Les autres intercommunalités situées dans la plaine litorales (Pays de l'Or, Pays de Lunel et dans une moindre mesure Nord du Bassin de Thau) possèdent aussi une bonne intensité d'urbanisation (avec respectivement plus de 300 hab./km^2 pour les deux premières et un peu moins de 200 hab./km^2 pour la dernière). À l'inverse, les intercommunalités de l'arrière-pays présentent une intensité d'urbanisation très faible (moins de 80 hab./km^2 pour le Grand Pic Saint-Loup et la Vallée de l'Hérault).

Cette diversité des espaces autour de la polarité principale de Montpellier interroge donc sur les objectifs d'articulation des échelles de la mobilité dans un territoire qui, comme nous l'avons mis en évidence dans le chapitre précédent, est aussi sous l'influence de nombreux pôles secondaires. C'est ainsi en regardant à la fois le lien à la proximité et la connexion avec l'agglomération de Montpellier que nous avons analysé les politiques de mobilité des différentes intercommunalités.

8.1.2 La recherche de la proximité : un élément consensuel

Compte tenu de certains objectifs de la planification territoriale inscrits dans l'article L121-1 du code de l'urbanisne, à savoir la « répartition géographiquement équilibrée entre emploi, habitat, commerces et services », la « diminution des obligations de déplacements motorisés et [le] développement des transports alternatifs à l'usage individuel de l'automobile », il est peu étonnant de retrouver dans l'ensemble des Scot des références à la proximité. Cette no-

tion de proximité aux services, « permettant de répondre aux besoins courants de la population tout en limitant les obligations de déplacement et les émissions de gaz à effet de serre », est d'ailleurs explicitement mentionnée comme un objectif des SCOT dans l'article L122-1-9 du code de l'urbanisme.

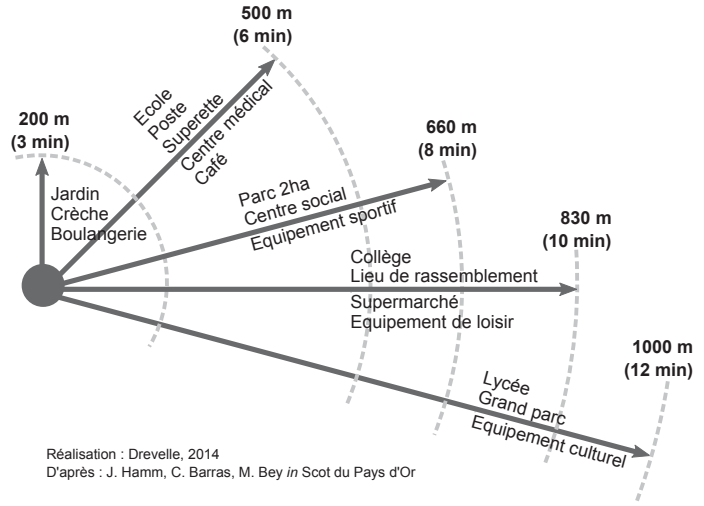
Favoriser la densification, la mixité et l'intensification urbaine pour créer de la proximité et une alternative à l'automobile

Autour de Montpellier, les actions en faveur d'une amélioration de la proximité entre les habitants, les services et les activités sont essentiellement traitées en termes de densification, de mixité et d'intensification urbaine. Les préconisations et recommandations en faveur d'une plus grande proximité concernent ainsi essentiellement des seuils minimaux de densité pour les opérations nouvelles, la densification des quartiers existants, des extensions en continuité du bâti existant (actions présentées dans l'ensemble des SCOT), ou encore l'interdiction du mitage (SCOT du Pic St-Loup – Haute Vallée de l'Hérault). Des objectifs de mixité fonctionnelle sont aussi présents dans l'ensemble des SCOT étudiés, ils permettent de « promouvoir une ville des proximités », notamment en developpant une armature commerciale plus accessible (SCOT de Montpellier Agglomération pp.73–75). Les documents préconisent ainsi de faire émerger de nouveaux petits pôles de commerces et de services en lien avec l'habitat (SCOT du Pays de l'Or) ou encore d'implanter les commerces et équipements de proximité en cœur de village et de quartier (SCOT du Bassin de Thau).

Ces objectifs d'intensification urbaine et de mixité fonctionnelle sont généralement accompagnés d'une politique en faveur des mobilités douces, sous la forme notamment d'un réseau cyclable cible pour le territoire du SCOT, afin d'améliorer l'accessibilité aux équipements et services de proximité. On relève aussi dans l'ensemble des SCOT la volonté de desservir les quartiers mixtes ou les polarités par les transports collectifs (bien que cette desserte soit généralement recommandée « à chaque fois que possible »). Les objectifs et actions de *mise en proximité* du territoire (mixité, densité, intensification de l'urbanisation, lutte contre le mitage) sont en effet compatibles avec les facteurs assurant une meilleure desservabilité des territoires périphériques (mis en évidence dans les chapitre 5 et 6) [2]. La « ville des proximités » serait donc une forme favorable pour les mobilité alternatives, transports publics et modes doux.

2. Rappelons que ces chapitres montrent qu'une faible densité des couronnes périurbaines et une forte dispersion de l'habitat renchèrissent considérablement la desserte des périphéries par les transports collectifs. À l'inverse, une bonne accessibilité par les modes doux et l'intensification de l'urbanisation autour d'îlots de taille significative permettent d'améliorer la desservabilité des territoires.

FIGURE 8.2 – Principe souhaitable d'accessibilité (à pied) aux équipements et services de proximité



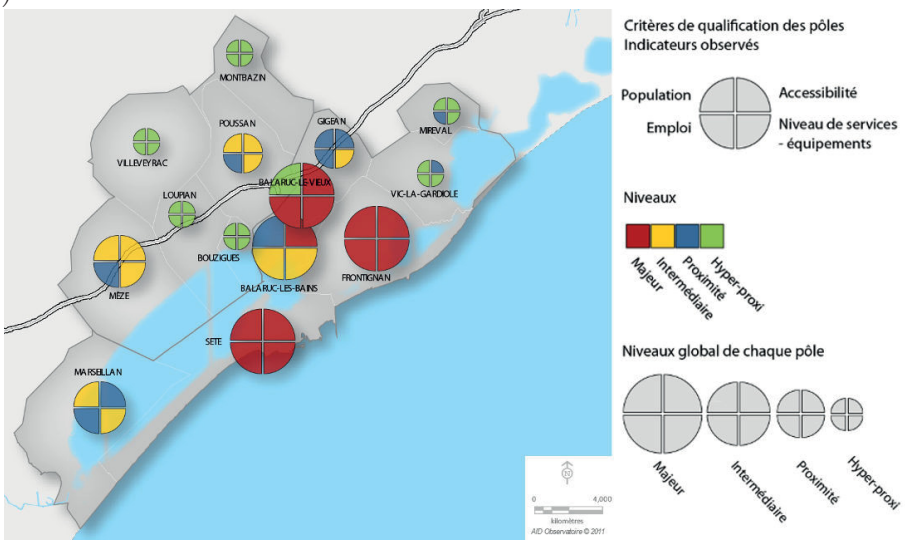
Cette figure reprend les principes du projet « De l'îlot au macro îlots », lauréat du Concours Génération Développement Durable. Dans le Scot du Pays de l'or, elle est présentée sous sa forme originale.

Si la question de la proximité semble être prise en compte dans l'ensemble des documents de planification autour de Montpellier, la portée territoriale de la réflexion varie sensiblement d'un SCOT à l'autre. Certains documents suivent une approche qu'on pourrait qualifier de pragmatique : développement des équipement et services dans les communes qui en sont dépourvues, obligation de présence de commerces et de services dans les extensions urbaines, programmation des équipements intercommunaux selon des critères d'accessibilité (SCOT du Pays de l'Or). D'autres SCOT organisent la proximité en suivant un approche plus planificatrice, notamment en organisant la polarisation multiscalaire du territoire.

Hiérarchiser le territoire pour créer des bassins de proximité

Certains territoires affichent un objectif de proximité différencié en fonction de la nature et de la portée du service offert. Le SCOT du Pays de l'Or présente ainsi des principes d'accessibilité à pied souhaitable en fonction du type de service (figure 8.2). Si l'idée est intéressante, le document d'orientations générales ne donne que peu d'indications sur les actions à mettre en œuvre pour atteindre ces principes de localisation des activités sur le territoire. Pour les services de proximité les plus courants, le SCOT s'oppose à la concentration des activités et services en cœur de ville pour développer des centralités de

FIGURE 8.3 – Carte de hiérarchie des fonctions urbaines (SCOT du Bassin de Thau)

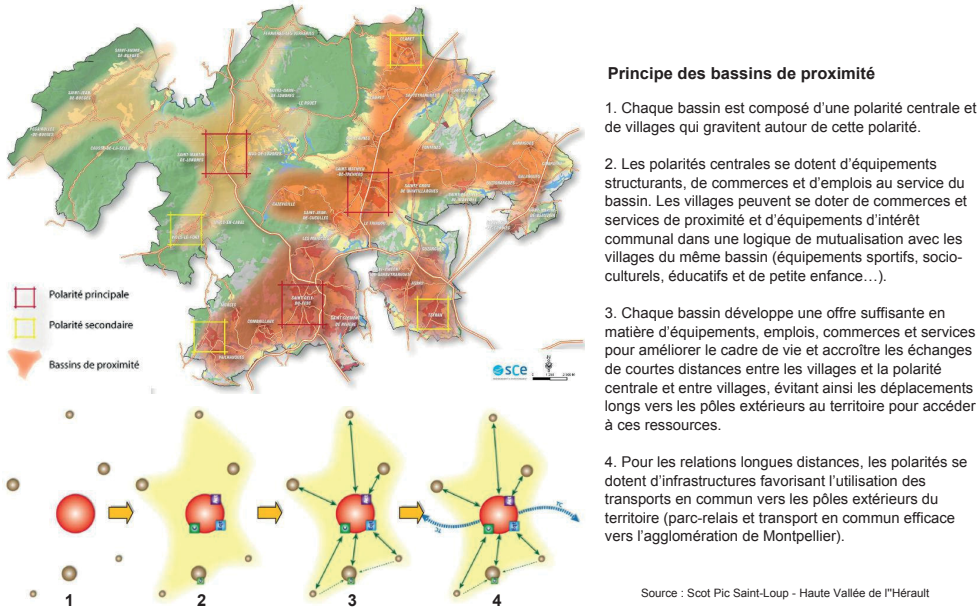


proximité dans les quartiers. En revanche, pour les services moins fréquents, le schéma n'identifie pas de hiérarchie dans la trame urbaine pour orienter la localisation des différentes gammes d'activités.

Sur d'autres territoires, les documents de planification identifient une hiérarchie des espaces urbanisés et utilisent des catégories de pôles pour définir le niveau cible d'équipement des différentes communes. Cette hiérarchisation, reprenant les principes de la théorie des lieux centraux, permet d'organiser différents niveaux de proximité en fonction de la portée de l'équipement. Dans le SCOT du Pays de Lunel, si la ville de Lunel est identifiée comme « une réelle centralité en matière de services, qui rayonne largement au-delà du canton », l'armature urbaine est complétée par deux villes-relais et quatre bourgs-relais « offrant des services au-delà de l'échelle communale ». Le SCOT du Bassin de Thau, suit une logique similaire en hiérarchisant les pôles en quatre catégories (du pôle d'hyper-proximité au pôle majeur) et selon quatre critères : la population, l'emploi, l'accessibilité et le niveau de services ou d'équipements (figure 8.3). Cette catégorisation permet d'organiser le développement futur du territoire autour :

1. d'un triangle urbain central (Sète, Frontignan, Balaruc) offrant une gamme large de services et concentrant les équipements métropolitains,
2. de polarités secondaires dotées d'une gamme de services intermédiaires,
3. de villages avec des services répondant aux besoins quotidiens.

FIGURE 8.4 – Les bassins de proximité (SCOT du Pic Saint-Loup – Haute Vallée de l'Hérault)



Le SCOT du Pic Saint-Loup – Haute Vallée de l'Hérault développe fortement l'idée d'une hiérarchisation de l'armature urbaine pour organiser la proximité, il introduit en effet dans son projet d'aménagement et de développement durable la notion de *bassin de proximité*. Les trois bassins de proximité dessinés sur le territoire fonctionnent là encore selon une logique d'adéquation entre le niveau dans la hiérarchie urbaine et l'offre de services (figure 8.4). Le SCOT identifie ainsi des pôles urbains, au centre des bassins de proximité, qui se dotent d'équipements structurants au service du bassin. Les villages gravitant autour du pôles peuvent se doter de commerces de proximité et d'équipements publics d'intérêt communal dans une logique de mutualisation avec les villages du même bassin (en favorisant l'émergence de polarités secondaires). Si les bassins de proximité ont pour objectif d'offrir un cadre de vie riche en services et activités, permettant l'encourager les mobilités de proximité et de diminuer les besoins de mobilités à longue distance pour atteindre les ressources urbaines, le concept prend aussi en compte les relations du bassin avec l'extérieur. Les pôles urbains concentrent l'offre en transports collectifs vers les autres bassins ou le pôle métropolitain de Montpellier. Des équipements d'accompagnement (comme des parcs relais) favorisent l'utilisation de ces transports publics vers les pôles extérieurs, y compris pour les habitants des villages. En prenant en compte les enjeux de la proximité et de l'accessibilité aux pôles extérieurs,

pourvoyeurs de ressources métropolitaines, les bassins de proximité articulent les échelles et semblent ainsi aptes à répondre à l'un des enjeux de la ville actuelle : la multipolarisation et l'articulation des échelles de mobilité.

8.1.3 Articuler les échelles : des objectifs différents selon le positionnement territorial

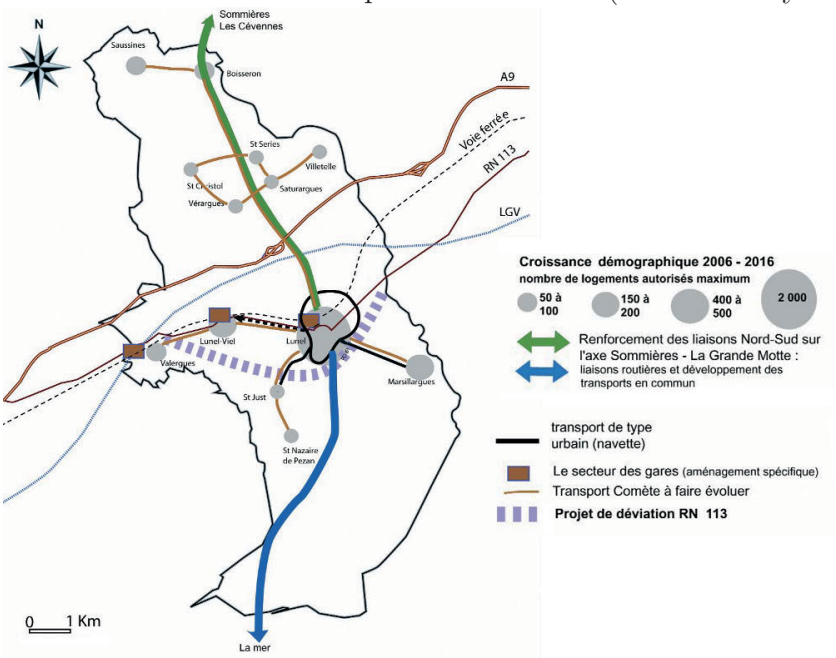
Si les enjeux de la promixité, facteur d'une mobilité plus durable, semblent être partagés par l'ensemble des territoires situés autour de Montpellier, l'articulation entre les échelles de mobilité — en particulier le lien avec l'agglomération de Montpellier — fait l'objet de positionnements différents en fonction des territoires. Tandis que certains territoires recherchent une articulation métropolitaine complémentaire aux ressources locales, d'autres se construisent en opposition par rapport principal pôle de la région. Ces différences de prise en compte des différents niveaux de mobilité ont une réelle incidence sur le volet transport des documents de planification et sur les plans de déplacements urbains (PDU).

Maitriser les mobilités métropolitaines pour préserver l'identité territoriale

Dans les territoires voisins de l'agglomération de Montpellier construits autour d'un pôle urbain important (Sète–Frontignan) ou situés entre deux grandes agglomérations (Lunel), les mobilités métropolitaines sont perçues comme un risque pour l'identité territoriale. Le SCOT du bassin de Thau identifie Sète et Frontignan comme un « pôle urbain d'équilibre à côté de la capitale régionale », pôle qui « peut s'affaiblir s'il n'est pas organisé ». Les orientations du SCOT visent donc à « affirmer une vocation de pôle d'équilibre à l'échelle InterSCOT ». Le SCOT du Pays de Lunel exprime une « crainte », celle de devenir une simple périphérie entre deux agglomérations. L'objectif du SCOT est alors de faire du Pays de Lunel « un espace de respiration entre les agglomérations, de la Méditerranée aux Cévennes ».

Ces visions et objectifs ont un impact fort sur le volet déplacement des SCOT concernés. Dans le Pays de Lunel, la carte du réseau cible de transports en commun (figure 8.5) n'identifie pas explicitement le besoin de liens structurants avec les agglomérations de Montpellier et Nîmes (les deux villes ne sont d'ailleurs pas citées dans l'objectif 2.2 du Document d'orientations générales « Promouvoir la cohérence entre le développement de l'urbanisation et la desserte en transports collectifs »). Si les secteurs des gares doivent faire l'objet

FIGURE 8.5 – Réseau cible de transports en commun (SCOT du Pays de Lunel)



d'aménagements spécifiques, leur vocation métropolitaine reste assez flou : le SCOT évoquant seulement « [l'anticipation du] développement de ce mode de transport [le train] vers les pôles universitaires et les pôles d'emploi ». Alors que les principaux flux de mobilité sont orientés Est–Ouest, le SCOT préconise le renforcement d'un axe Nord–Sud pour relier le Pays de Lunel, au delà de son territoire, aux Cévennes et à la mer. Cet axe est complété par des lignes à vocation locale, de type urbain autour de Lunel et en transport à la demande pour la desserte des villages.

Le SCOT du bassin de Thau adopte une position plus équilibrée que celui du Pays de Lunel. Si le SCOT affiche un objectif d'organisation des transports collectifs autour du secteur urbain central du territoire pour « confirmer sa fonction », les liens avec l'agglomération de Montpellier sont aussi pris en compte. Le document appelle à « organiser la mise en réseau du Bassin de Thau avec l'agglomération montpelliéraine [...] notamment en s'appuyant sur la ligne TER ». Les relations avec la capitale régionale restent cependant maitrisées puisque le SCOT « anticipe les effets du prolongement possible de la ligne 2 du tramway de l'agglomération montpelliéraine jusqu'aux portes du territoire et évite la tendance à la métropolisation et l'affaiblissement de l'ambition d'équilibre ». Cette forme de *protectionnisme territorial* par les réseaux de transport est d'ailleurs visible dans le réseau cible de transport en commun

FIGURE 8.6 – Réseau cible de transports en commun (SCOT du Bassin de Thau)

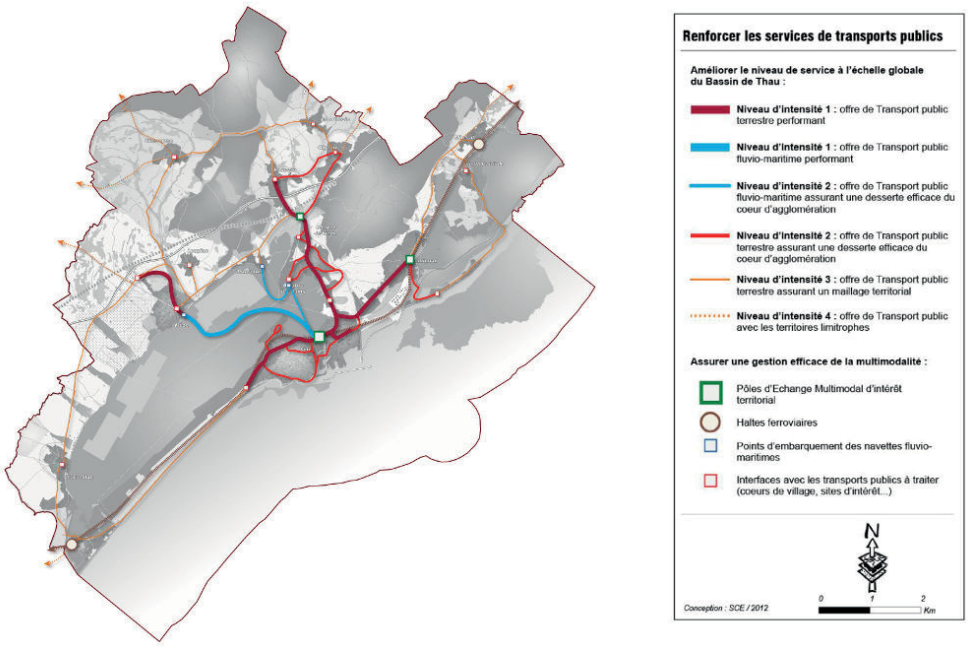
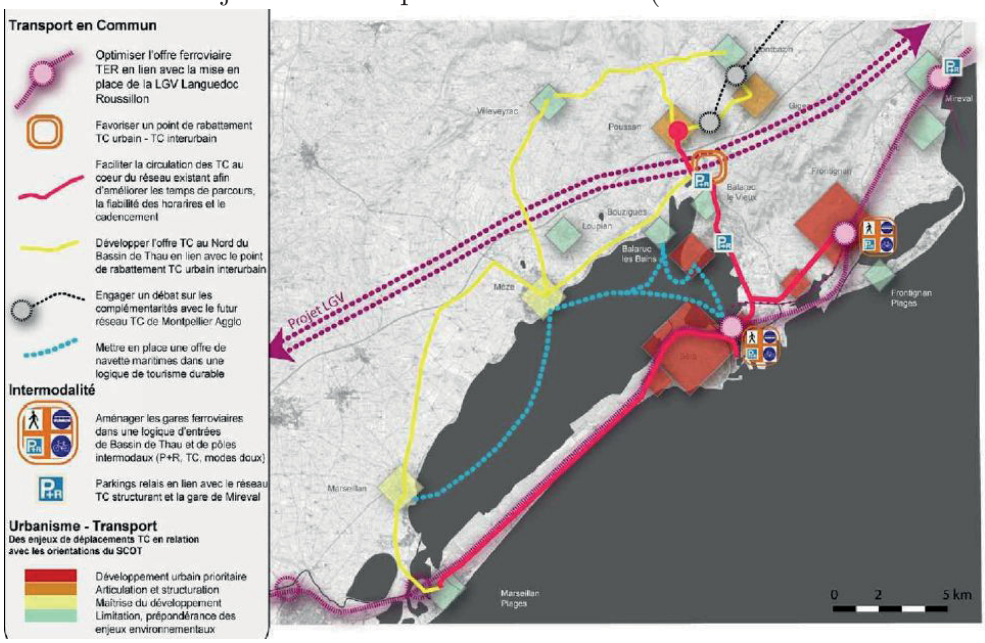


FIGURE 8.7 – Enjeux de transports en commun (PDU du Bassin de Thau)



(figure 8.6) : les liaisons internes au périmètre du Scot, renforçant la polarité de Sète, possèdent un niveau d'intensité très élevé. A l'inverse, l'offre de transport public vers les territoires limitrophes est dotée de l'intensité la plus faible (et de manière indifférenciée selon l'importance du territoire voisin).

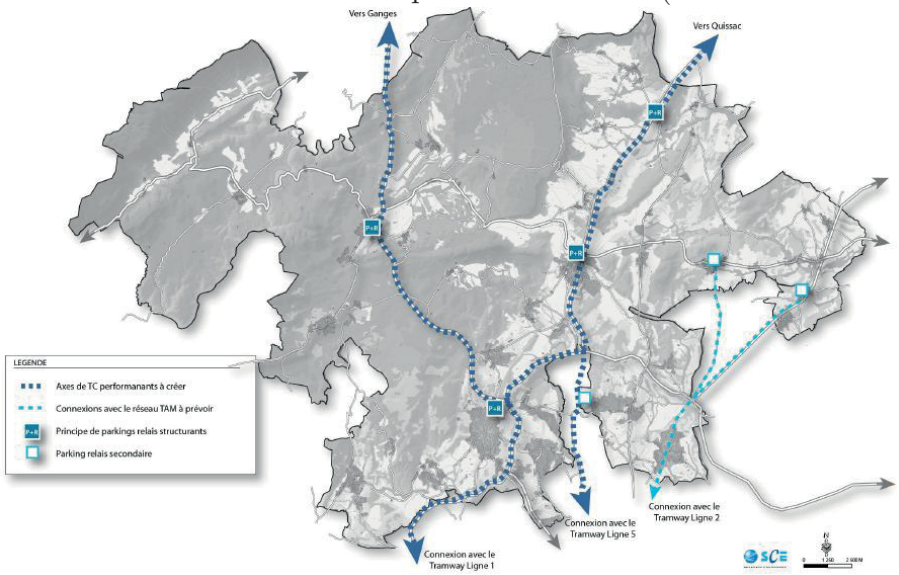
Les orientations du Scot sont toutefois nuancées par le Pdu du bassin de Thau qui accorde une place importante aux liaisons avec les territoires limitrophes (notamment Montpellier) et intègre dans ses réflexions des projets à vocation métropolitaine. Le document appelle à créer des pôles multimodaux pour mieux raccorder les réseaux urbains, interurbains et ferroviaires mais aussi des titres interopérables entre les réseaux. Il souligne l'importance de l'axe ferroviaire pour répondre à l'enjeu de « métropole en réseau entre Sète et Alès » et identifie comme un enjeu important les besoins de liaisons entre le Nord–Est du territoire et l'agglomération de Montpellier (Figure 8.7). Ces différences semblent indiquer que la négation du fait métropolitain par effacement des liaisons vers le pôle principal relève davantage de la posture territoriale que de l'action stratégique. En effet, s'il est possible de proposer une forme de protectionnisme par les réseaux de transport collectifs vis-à-vis de la métropole dans un document d'intention (la partie non opposable du Scot), les documents sectoriels ne peuvent ignorer des mobilités qui sont structurantes pour le territoires et pour lesquelles l'enjeu de report modal est important.

Créer un lien efficace entre la périphérie et le centre, tout en favorisant les mobilités de proximité

Contrairement au Bassin de Thau et au Pays de Lunel, la communauté de commune du Grand Pic Saint-Loup assume sa position de périphérie périurbaine de l'agglomération de Montpellier (70 % des actifs du territoire y travaillent). Ainsi, en plus d'une politique d'encouragement des mobilités locales grâce à la mise en place des bassins de proximité (présentés dans la sous-section 8.1.2), le Scot affirme la nécessité de liaisons efficaces vers l'agglomération montpellieraine. A l'articulation des échelles du développement urbain portée par la logique de bassin de proximité répond donc une articulation des échelles de mobilité, portée par le volet transport du Scot.

Pour répondre aux mobilités quotidiennes, s'inscrivant dans la proximité, le volet transport prévoit le développement d'une offre d'infrastructures modes doux confortables et sécurisés. Ces infrastructures ont pour objectif de favoriser l'utilisation des modes de déplacements doux (piétons, cycles) pour les mobilités de courte distance. Elles doivent être mises en place entre les villages et au sein des tissus urbanisés des communes « afin de proposer aux usagers des

FIGURE 8.8 – Réseau cible de transports en commun (SCOT du Pic St-Loup)



moyens de déplacements sécurisés et confortables pour accéder aux commerces et services de leur bassin de vie, aux équipements scolaires et aux équipements structurants ». Dans cette logique, le document d'orientations générales (DOG) préconise plusieurs actions pour « garantir la cohérence d'un maillage piétonnier et cycle articulé aux bassins de vie » et « développer au maximum les modes doux dans les projets », avec des réseaux modes doux connectés les uns aux autres et aux transports en commun.

Dans le SCOT du Pic Saint-Loup – Haute Vallée de l'Hérault, les transports en commun sont destinés essentiellement à l'amélioration ou la création de liaisons efficaces avec les territoires voisins (en particulier avec l'agglomération de Montpellier). Des *axe performants à créer* traversent le territoire en desservant essentiellement les principales polarités urbaines de chaque bassin de proximité ; leur vocation principale est de permettre le rabattement sur le réseau de tramway de Montpellier (figure 8.8). Le document met en évidence l'importante de « mettre en place une collaboration efficace avec les Autorités Organisatrices des Transports », notamment la TAM (exploitant urbain de l'agglomération de Montpellier) pour faciliter les mobilités vers l'extérieur du territoire. L'articulation entre les lignes structurantes et l'armature urbaine — permettant le changement d'échelle de mobilité — est quant à elle envisagée par l'intermédiaire de parking relais, articulés avec le réseau routier et les réseaux modes doux. De plus, certaines villes de proches de l'agglomération mais

à l'écart du réseau structurant seraient dotées d'un transport à la demande en rabattement vers le tramway.

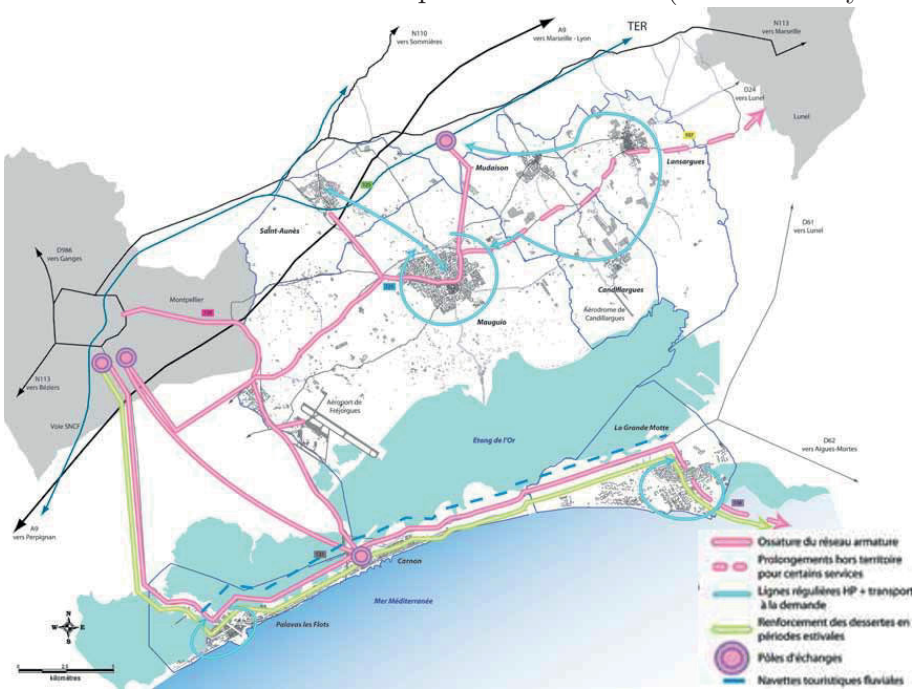
En agissant à la fois sur les mobilités de proximité et les relations métropolitaines vers l'agglomération, la communauté de commune du Grand Pic Saint-Loup apporte des réponses adaptées à la réalité des déplacements dans les espaces périurbains (telle que nous l'avons étudiée dans le chapitre 7). Cependant, si la question des mobilités de proximité est largement développée grâce à la logique de bassins de proximité, l'accessibilité aux ressources métropolitaines n'est traitée qu'en termes de raccordement au réseau tramway (sans réflexion complémentaire sur la meilleure station de rabattement).

Assumer l'interdépendance métropolitaine avec un réseau « cohérent et hiérarchisé »

Le Scot du Pays de l'or, à l'Est de l'agglomération de Montpellier assume une situation d'interdépendance entre les territoires du centre et de la périphérie de l'agglomération. Le volet transport du document s'articule entre un réseau mode doux, répondant aux besoins de mobilité de proximité, et un réseau cible de transport en commun avec un objectif double : relier les pôles du territoire et raccrocher les villes du Pays de l'or aux réseaux métropolitains ou aux territoires voisins (figure 8.9). Le réseau armature de transport en commun permet donc le rabattement vers les gares Ter pour faciliter les mobilités à l'échelle régionale ; certains services de ce réseau armature sont par ailleurs prolongés, au delà du territoire, jusque Lunel ou jusqu'aux communes côtières du Gard.

Conséquence d'une interdépendance forte entre l'agglomération de Montpellier (qui concentrent emplois, universités, offre culturelle...) et la communauté de commune du Pays d'or (qui possèdent de nombreuses plages, zones d'activités ou encore l'aéroport de Montpellier), les liaisons avec la capitale régionale font l'objet d'une attention particulière dans le volet transport du Scot. L'accessibilité du territoire vers ou depuis l'agglomération montpelliéraine n'est pas pensée uniquement en termes de rabattement sur le réseau tramway mais prend en compte l'ensemble de la chaine de mobilité. Ainsi, le principe du réseau armature envisage de poursuivre les lignes au delà du terminus des lignes de tramway pour offrir des correspondances « plus intéressantes ». Le document propose de prolonger certaines lignes jusque Port Marianne (correspondance avec les lignes 1 et 3 du tramway) plutôt que de les arrêter sur l'avenue de la mer (correspondance uniquement avec la ligne 3). Pour les lignes provenant de la côte, il est envisagé, aux heures de pointe,

FIGURE 8.9 – Réseau cible de transports en commun (SCOT du Pays de l'or)



d'amener les lignes au contact de la circulaire tramway (en plus d'une correspondance avec la ligne 3) afin de permettre aux pendulaires « d'éviter dans de nombreux cas une double rupture de charge ». Cette intégration de la structure des réseaux de transports des territoires voisins et le passage d'une logique de connexion des réseaux à une logique de réponse aux besoins de mobilité apparait comme un élément interessant dans l'articulation des échelles de réseaux de transports en commun.

Vision métropolitaine et rabattement généralisé

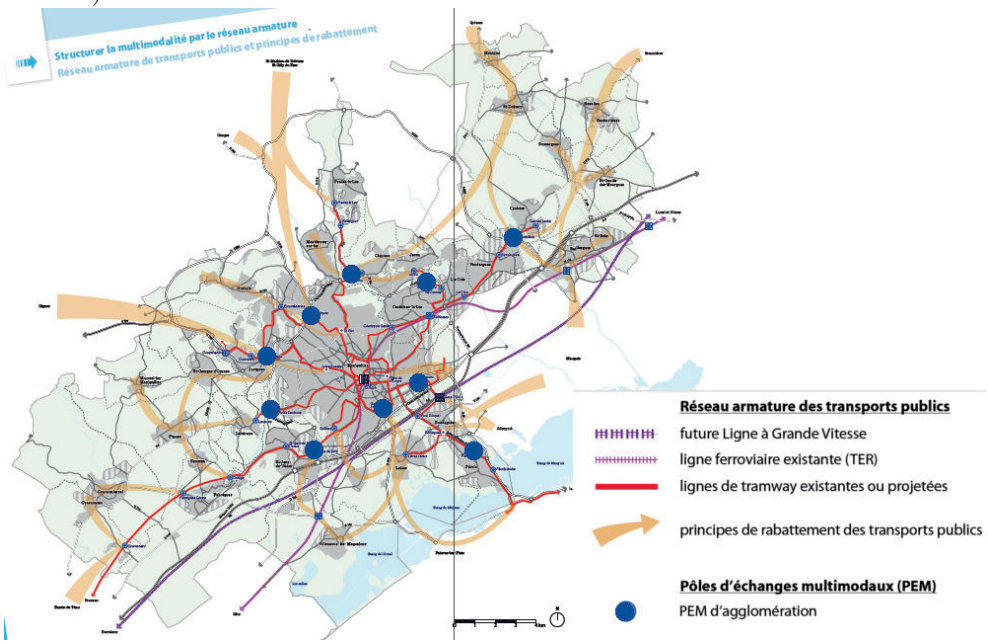
Dans ses documents de planification, l'agglomération de Montpellier assume pleinement sa vocation métropolitaine. Selon le PDU, étudier les mobilités dans un périmètre trop étroit conduit à faire l'impasse sur de nombreuses pratiques de déplacement. L'action et la réflexion sur la mobilité ne prennent sens que si elles s'ouvrent à la « dimension métropolitaine et aux liens tissés entre les pôles urbains qui composent au quotidien une vaste région urbaine, étendue de Sète à Lunel et jusqu'à Nîmes ». Le volet transport du SCOT organise les réseaux de mobilité selon trois échelles : un réseau doux dense et maillé, permettant de répondre à l'objectif de « ville des proximités », un ré-

seau de transport public urbain en site propre ayant vocation à servir de levier au développement urbain et un réseau de transport public interurbain pour doter l'aire métropolitaine d'une offre de transport adaptée, en alternative à l'automobile.

La vision de l'agglomération de Montpellier en matière de transport périurbain ou métropolitain passe, en l'absence d'étoile ferroviaire, par le développement de lignes de tramway périurbain (reprenant les emprises de lignes ferroviaires fermées) et par la mise en place d'un réseau d'autocar à haut niveau de service (exploité par le département). Cependant, il n'est pas prévu que les lignes routières périurbaines et interurbaines (même celles à haut niveau de service) puissent accéder au centre-ville de Montpellier. Le PDU propose une organisation fondée sur un rabattement systématique vers le réseau structurant urbain, c'est-à-dire le tramway (figure 8.10). Cette politique rabattement génère automatiquement des correspondances forcées lors d'un changement de mode. Pour « réduire les temps de parcours et optimiser les correspondances », certaines communes se voient proposer un rabattement vers deux lignes de tramway différentes. Les lignes départementales sont, quant à elles, rabattues« de façon privilégiée vers les pôles d'agglomération » dont on peut supposer qu'ils offrent plus de services aux voyageurs ; toutefois ces pôles ne permettent que rarement une correspondance avec plusieurs lignes de tramway.

Alors que le SCOT de Pays de l'or introduit dans ses réflexions un accès au réseau tramway qui minimise le nombre d'usagers forcés d'effectuer une double correspondance, l'articulation des échelles de mobilité proposée par l'agglomération de Montpellier (par rabattement systématique, en périphérie, sur le réseau structurant) interroge. Il apparait intéressant d'observer dans quelle mesure cette politique a un impact sur l'accessibilité aux ressources urbaines pour les habitants des espaces de faible densité, notamment ceux qui utilisent les autocars départementaux.

FIGURE 8.10 – Principe de rabattement des transports en commun sur le réseau armature)



8.2 Optimiser l'articulation entre réseau interurbain et TCSP : simulation sur le sud ouest de l'aire urbaine de Montpellier [3]

Si l'échelle de la proximité est systématiquement prise en compte dans les documents de planification, les mobilités métropolitaines (en particulier celles à destination du pôles métropolitain) font l'objet de stratégies diverses de la part des territoires périphériques mais aussi de la part des agglomérations. Les analyses du chapitre 2 ont mis en évidence les différentes stratégies d'intégration des réseaux urbains et interurbains routiers dans les grandes agglomérations dotées de transports en commun en site propre, notamment en ce qui concerne l'accès des autocars départementaux au centre-ville (voir figure 2.8, page 73).

Le choix de l'agglomération de Montpellier d'une organisation avec un rabattement systématique des lignes interurbaines vers le réseau tramway (sur des pôles d'échanges périphériques) n'est qu'une possibilité parmi d'autres, il mérite donc d'être questionné à partir d'un exemple concret. En effet, si le PDU de Montpellier souhaite la réalisation de lignes interurbaines à haut niveau de service (avec des sections aménagées pour éviter la congestion), à quoi bon investir dans des infrastructures si les gains de temps en périphérie sont neutralisés par une articulation avec le réseau urbain peu efficiente ? Dans cette optique, nous proposons donc de comparer la chaîne de mobilité actuelle depuis le Sud-Ouest de l'aire urbaine de Montpellier avec différents scénarios d'articulation entre transports urbains et interurbains.

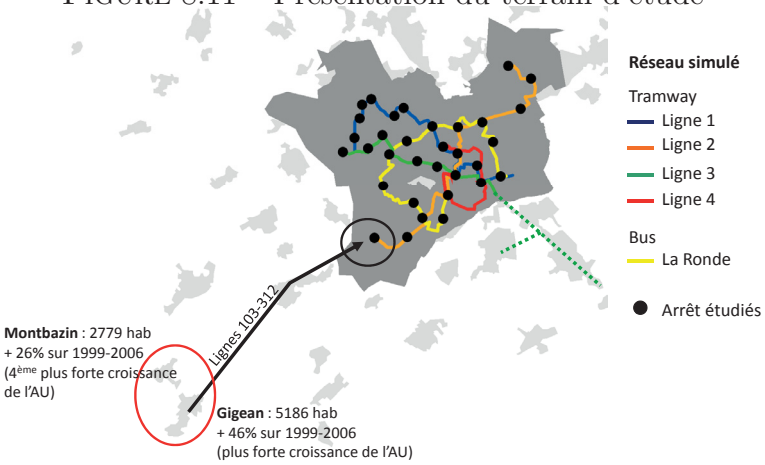
8.2.1 Un terrain à enjeux et quatre scénarios testés

Afin d'évaluer les effets des différentes modalités d'articulation entre transport départemental et transport urbain sur l'accessibilité des territoires périphériques aux ressources urbaines, nous avons choisi comme terrain test la commune de Gigean, dans le Sud-Ouest de l'aire urbaine de Montpellier. Le choix de Gigean pour évaluer l'accessibilité aux ressources de l'agglomération([4]) se justifie à plusieurs égards. Gigean est la commune ayant enregistré le plus fort taux de croissance de population sur la période 1999-2006 (voir figure 8.11). Cette croissance démographique soutenue entraine des enjeux de desserte im-

3. Cette section reprend un article publié par l'auteur dans la Revue géographique de l'est (Drevelle, 2012b)

4. Limitée aux communes de Montpellier, Castelnau-le-Lez, et Saint-Jean-de-Vedas. Ce choix de communes pour délimiter l'agglomération se justifie par le fait, qu'au moment de la réalisation de l'étude, elles étaient les seules communes desservies par le réseau de tramway

FIGURE 8.11 – Présentation du terrain d'étude



(Réalisation : Matthieu DREVELLE, 2013)

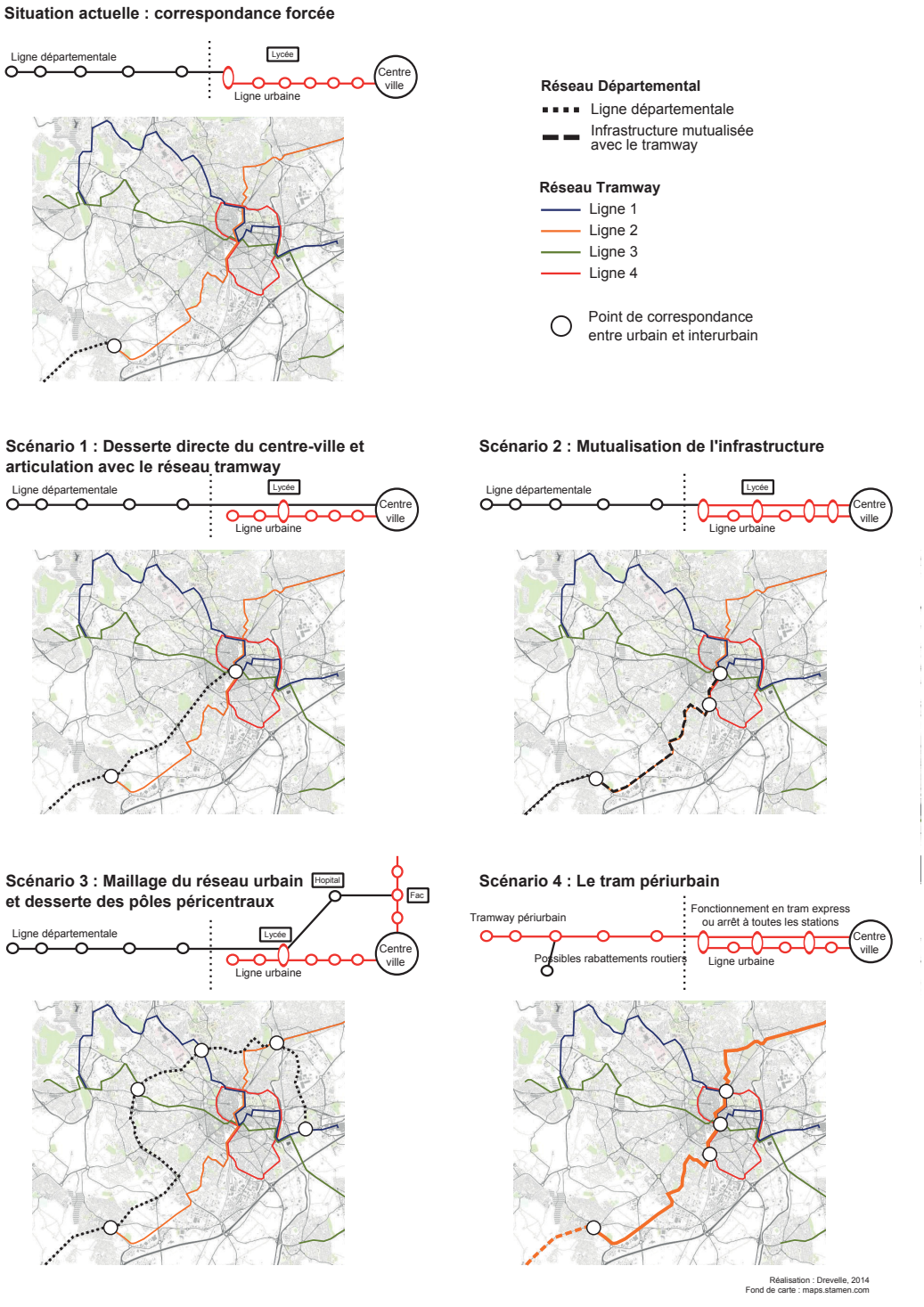
portants, d'autant plus que la commune de Gigean, qui ne fait pas partie du PTU de Montpellier, est incluse dans un territoire de projet métropolitain qui s'étend de Sète à Lunel (PDU de Montpellier). Le SCOT et le PDU du bassin de Thau identifient par ailleurs des enjeux importants d'amélioration de l'accessibilité à l'agglomération depuis ce secteur. Enfin, la commune est située à proximité d'une voie ferrée non exploitée, ce qui permet d'envisager des hypothèses de réactivation de la ligne via un tramway périurbain (projet évoqué dans les SCOT et PDU de l'agglomération de Montpellier et du Bassin de Thau).

En prenant comme situation de référence l'organisation actuelle des transports interurbains dans le secteur (les lignes 103 et 312 du réseau départemental Hérault Transport en terminus à la station Saint-Jean-de-Védas, avec correspondance forcée pour l'accès au centre-ville), nous avons évalué comment différentes modalités d'articulation entre cars départementaux et transports urbains peuvent influer sur l'accessibilité aux ressources métropolitiaines depuis les territoires de faible densité. Notre analyse mobilise plusieurs critères mesurant l'accessibilité aux différents quartiers de l'agglomération : temps de parcours, nombre de correspondances nécessaires, efficacité par rapport à la voiture, accessibilité à l'emploi en un temps donné.

Quatre hypothèses d'articulation urbain/interurbain sont prises en compte (voir figure 8.12) :

1. La *desserte directe du centre-ville* après une correspondance avec le tramway : dans cette hypothèse, la ligne interurbaine est simplement pro-

FIGURE 8.12 – Présentation des quatre hypothèses d'articulation entre transport départemental et transport urbain



longée jusqu'au centre-ville sans création d'arrêts intermédiaires. En se basant sur les agglomérations où les cars départementaux desservent le centre-ville, le temps de parcours retenu pour le prolongement correspond au temps de parcours du même trajet en tramway. Cette articulation est la plus simple à mettre en place puisqu'elle consiste à prolonger les lignes départementales actuellement en terminus à St-Jean-de-Védas jusque la gare St-Roch.

2. La *mutualisation de l'infrastructure* : dans cette hypothèse, la ligne interurbaine est prolongée jusqu'au centre-ville en empruntant l'infrastructure Tcsp et en marquant des arrêts intermédiaires. Le car empruntant la même infrastructure que le Tcsp, nous avons retenu comme temps de parcours les temps du tramway. Dans ce cas, les cars interurbains quittent la route départementale au niveau de St-Jean-de-Védas et empruntent la plateforme tramway jusque la gare St-Roch. Cette solution nécessite quelques aménagements techniques : la plateforme tramway doit pouvoir accueillir des véhicules routiers (ce qui limite les possibilités d'engazonnement) et des règles d'exploitations précises doivent être mises en place pour permettre la circulation de tramways et de cars sur la même voie sans saturer la plateforme.

3. Le maillage du réseau urbain par *une desserte en rocade péricentrale* : dans cette hypothèse, la ligne interurbaine n'est pas poursuivie jusqu'au centre-ville, elle emprunte un parcours en rocade proche du centre et croise l'ensemble des lignes de tramway. Dans ce cas, le car départemental poursuit sa route jusque l'entrée de Montpellier puis bifurque pour emprunter un ensemble d'avenues et de rues qui ceinturent la ville à environ 2 kilomètres du centre. Les temps de parcours retenus sont ceux de la ligne circulaire de bus *la Ronde* (on aurait toutefois pu retenir des temps de parcours inférieurs avec un fonctionnement de la ligne interurbaine en ligne express).

4. Le *tramway périurbain* : dans cette hypothèse, l'articulation ne se fait plus en faisant rentrer le car dans l'agglomération mais en faisant sortir le tramway dans les territoires périurbains. Cette hypothèse parait pertinente dans notre cas d'étude car le sud-ouest de l'agglomération de Montpellier est traversé par une voie ferrée non exploitée. Dans ce cas, certains tramway de la ligne 2 ne seraient plus en terminus à St-Jean-de-Védas mais verraient leur service prolongé sur l'ancienne ligne de Montpellier à Sète via Montbazin. Là encore des règles d'exploitations précises doivent être mises en place pour éviter que les tramways

périurbains ne gênent les services des tramways urbains.

La maille spatiale retenue pour l'analyse est celle de l'Iris (ilots statistiques de l'Insee) pour laquelle nous disposons des données de population et d'emploi. Le réseau simulé pour les analyses d'accessibilité comprend les quatre lignes du tramway ouvertes en 2012 (à l'exception de la partie sud-est de la ligne 3 pour des raisons de non disponibilité des données d'emplois à l'Iris) et la ligne de bus *la Ronde*. 35 arrêts ont été placés sur ce réseau simulé et permettent d'évaluer l'accessibilité de l'ensemble des quartiers de l'agglomération.

8.2.2 Impact des modalités d'articulation sur l'efficacité de la ligne

Les résultats de cette étude de cas permettent d'évaluer la pertinence territoriale des différentes modalités d'articulation entre transport départemental et transport urbain. Ils offrent un éclaircissement sur les organisations spatiales qui permettent de maximiser la diffusion des effets positifs du tramway en termes d'accessibilité dans les territoires périphériques. Un tableau de synthèse, à la fin de la section, présente l'ensemble des résultats de l'analyse (voir tableau 8.3).

Impact sur le nombre de correspondances

La première grande différence observable entre les différentes hypothèses d'articulation réside dans le nombre moyen de correspondances nécessaires pour rejoindre les différents quartiers de l'agglomération à partir de Gigean. Dans la situation actuelle, il faut changer en moyenne 1,8 fois de moyen de transport pour rejoindre un point de l'agglomération. Cela s'explique par la correspondance forcée à St-Jean-de-Védas : il faut alors une correspondance pour rejoindre un quartier situé sur la ligne 2 du tramway et au moins 2 correspondances pour rejoindre les autres quartiers de l'agglomération. Le prolongement de la ligne interurbaine jusqu'au centre-ville permet d'améliorer l'indice (1,2) grâce à un accès direct aux différentes lignes de tramway mais offre peu de dessertes sans correspondance.

La mutualisation de l'infrastructure et la desserte en rocade présentent un nombre moyen de correspondances similaires, autour de 0,9. Ce nombre plus faible s'explique par le fait que, dans les deux cas, la ligne interurbaine offre une correspondance directe avec l'ensemble des lignes structurantes du réseau, ainsi qu'une desserte sans correspondance de certains quartiers. Toutefois, les deux solutions offrent des logiques spatiales différentes. La mutualisation de

l'infrastructure permet une desserte sans correspondance du centre-ville (où il est possible d'emprunter l'ensemble des lignes de tramway) et de l'axe entre St-Jean-de-Védas et l'hyper centre. La desserte en rocade impose une correspondance pour accéder à l'hyper centre mais permet la desserte directe des quartiers péricentraux, l'intermodalité avec le tramway s'effectue ainsi en périphérie du noyau historique.

La solution du tramway périurbain permet un nombre de correspondance moyen plus faible que les autres solutions (0,7). Cela s'explique par la diamétralisation de la desserte : par rapport à la mutualisation de l'infrastructure (avec un terminus de la ligne interurbaine en centre-ville), le tramway périurbain continue sur l'ensemble de la ligne 2 du tramway, jusqu'au terminus de Jacou, au nord-est de l'agglomération. Le tramway périurbain permet donc la desserte directe de nombreux quartiers. Il convient toutefois de noter que la solution *mutualisation de l'infrastructure* obtiendrait un résultat similaire dans l'hypothèse qu'une diamétralisation des lignes de cars interurbains.

Les variations du nombre de correspondances nécessaires pour accéder à l'ensemble des quartiers de l'agglomération sont très importantes dans l'évaluation de l'accessibilité depuis les territoires d'entre deux. En effet, les correspondances augmentent la pénibilité et la « rugosité » du trajet (Dobruszkes et al., 2011). Litman (2008) explique qu'une correspondance est assortie d'une « pénalité » de 5 à 15 minutes en plus du temps réel passé à attendre [5]. Notre indicateur de nombre de correspondances permet d'établir une première hiérarchie entre les solutions : la correspondance forcée apparait comme particulièrement pénalisante, le prolongement des cars jusqu'au centre-ville se situe dans une position intermédiaire, tandis que les solutions permettant d'avoir accès directement à l'ensemble du réseau tramway et qui desservent des quartiers intermédiaires (rocade, mutualisation , tram périurbain) offrent une réduction significative du nombre de correspondances.

Impact sur les temps de parcours

Au delà de la pénibilité qu'implique la nécessité d'effectuer une correspondance, nous avons évalué les gains de temps « réels » induits par les différentes hypothèses. Ces gains de temps n'incluent pas de pénalités de correspondance (on parlerait alors de gain de temps « ressentis ») et visent à évaluer l'efficacité du système de transport. Les temps de parcours sont calculés selon les modalités décrites dans la présentation des quatre hypothèses d'articulation

5. Pour un état de l'art plus approfondi sur les pénalités de correspondance, se référer à la section 2.1.2, page 58 de ce travail de thèse.

des résaux. Les temps de parcours dans Montpellier sont basés sur les temps de transport en commun théoriques dans l'agglomération (fiches horaires de la Tam). Le temps de trajet entre Gigean et St-Jean-de-Védas est celui des lignes départementales faisant actuellement ce trajet (fiches horaires Hérault Transport). Dans l'hypothèse du tramway périurbain, le temps hors agglomération est raccourci de 6 minutes car cette solution permet d'éviter la congestion routière aux abords de l'agglomération [6]. Enfin, le gain de temps généré par la suppression d'une correspondance est estimé à 5 minutes [7].

Les différentes solutions permettent de réduire le temps moyen de parcours pour accéder à l'ensemble des quartiers de l'agglomération dans des proportions différentes. La desserte du centre-ville et la mutualisation de l'infrastructure offrent respectivement 2 minutes et 4 minutes de gain de temps moyen par rapport à la situation de référence. Lorsque l'on s'intéresse à la spatialisation de ces gains de temps, on observe qu'ils concernent les quartiers où les nouvelles solutions d'articulation permettent de supprimer une correspondance. On observe donc deux types de quartiers : ceux qui profitent d'un gain de temps de 5 minutes (durée correspondant à la suppression d'une correspondance) et ceux, majoritairement sur la ligne 2 du tramway, qui ne bénéficient pas d'un accès plus rapide (voir figure 8.13).

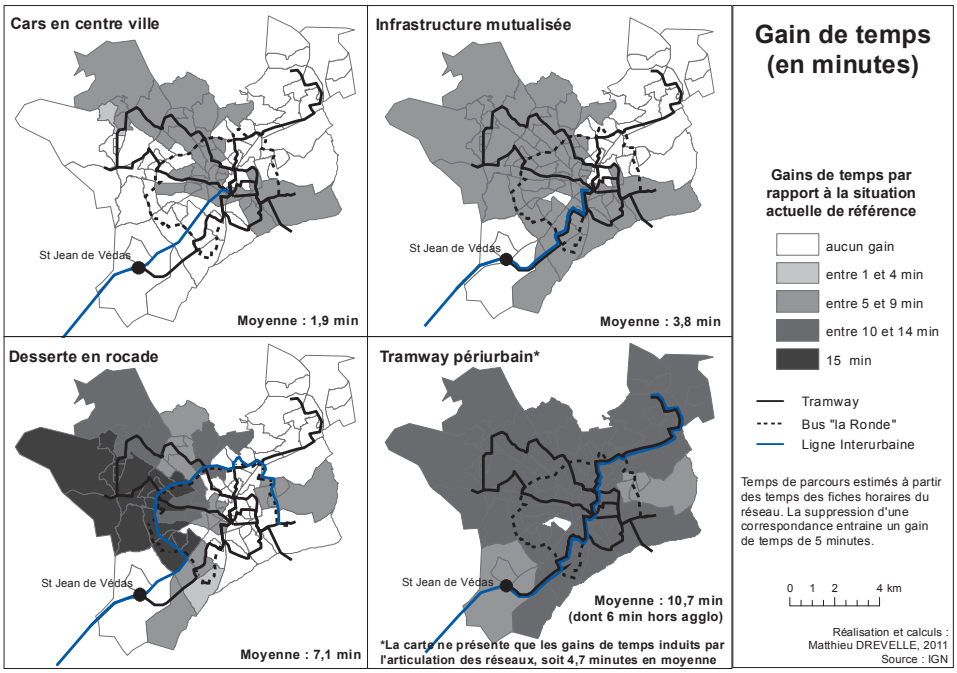
La desserte en rocade permet un gain de temps moyen de 7 minutes, toutefois ces gains de temps sont très variables d'un quartier à l'autre. En effet, si les gains de temps sont très importants dans les quartiers de l'ouest et du nord-ouest de l'agglomération, ils sont faibles ou nuls dans l'hyper centre. On observe là encore la différence entre la solution de mutualisation des l'infrastructure, qui favorise plutôt l'accessibilité au centre, et celle de la desserte en rocade, qui favorise plutôt la desserte des quartiers périphériques et péricentraux. La solution du tramway périurbain apparaît de loin comme celle permettant les gains de temps les plus importants (près de 11 minutes) et concernant l'ensemble de l'agglomération. Toutefois ce résultat est en grande partie dû au fait que la solution tramway périurbain permet des gains de temps en dehors de l'agglomération (6 minutes par rapport aux lignes de cars).

Pour pallier au fait que le tramway périurbain profite des gains de temps réalisés sur la partie périurbaine et rendre comparable les quatre hypothèses

6. Estimation à partir des données du PDU de Montpellier et de la différence entre les temps de parcours en heures creuses et heures de pointe dans les fiches horaires des lignes Hérault Transport

7. L'hypothèse retenue pénalise relativement peu les correspondances : 5 minutes correspond en effet à un changement entre deux arrêts proches vers une ligne à fréquence élevée. En heure creuse, ou dans le sens du retour (avec correspondance du tramway vers le transport départemental), ce chiffre pourrait être majoré.

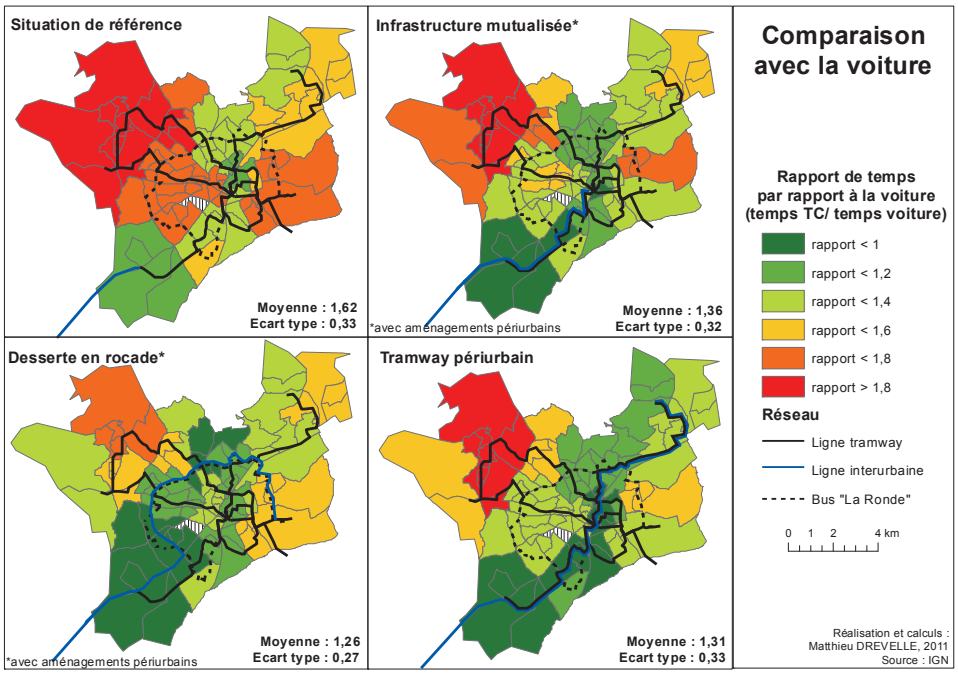
FIGURE 8.13 – Carte des gains de temps



d'articulation, nous avons réalisé des variantes *avec aménagements périurbains* pour les hypothèses basées sur le mode routier. Nous avons estimé à 5 minutes les gains de temps réalisables par les cars sur la partie hors agglomération avec la mise en place de voies dédiées. Cela permet d'avoir un temps comparable avec celui du tramway périurbain (6 minutes gagnées sur la partie hors agglomération). Cette harmonisation permet de faire ressortir uniquement les différences d'accessibilité dues à l'articulation entre modes à l'intérieur de l'agglomération. On obtient alors un gain de temps moyen de 9 minutes pour l'infrastructure mutualisée et de 12 minutes pour la desserte en rocade.

Ce second indicateur permet de hiérarchiser les solutions selon les secteurs desservis. Pour la desserte de l'hypercentre, les solutions radiales (cars en centre-ville, mutualisation, tram périurbain) permettent de meilleurs gain de temps que la desserte de rocade. En ce qui concerne la desserte de quartiers périphériques, la desserte en rocade permet des gains de temps importants pour certains quartiers seulement, tandis le tramway périurbain engendre des gains de temps plus faibles mais pour la quasi totalités des quartiers. Les solutions mutualisation de l'infrastructure et cars en centre-ville semblent moins adaptées à la desserte de ces quartiers périphériques.

FIGURE 8.14 – Carte de comparaison entre le temps en transport public et les temps en voiture



Comparaison avec la voiture et accessibilité à l'emploi

L'un des enjeux des transports en commun dans les territoires d'entre deux consiste à réduire l'écart de temps de parcours avec l'automobile. La comparaison des temps de parcours issus des quatre hypothèses testées avec les temps de trajet en automobile apparait donc comme indispensable [8]. Dans la situation actuelle, les trajets en transports publics sont en moyenne 1,6 fois plus longs qu'en voiture. Il existe toutefois des disparités entre les quartiers (mesurées par l'écart-type). En effet, dans la situation de référence, les transports publics sont plus efficaces pour accéder au centre-ville et à un corridor sud-ouest/nord-est que pour accéder aux quartiers du nord-ouest et de l'est de l'agglomération (voir figure 8.14). Malgré la diminution assez importante des écarts avec la voiture dans les différentes hypothèses d'articulation entre transports interurbains et urbains, cette disparité interne à l'agglomération persiste. Toutefois, on peut observer une différence entre les solutions radiales (infrastructure mutualisée et tramway périurbain) et la desserte en rocade. En

8. Les temps de parcours automobile sont évalués en *corrigeant* les temps de parcours des calculateurs d'itinéraires avec les données du PDU

effet, non contente d'offrir la meilleure efficacité moyenne par rapport à l'automobile (avec des trajets TC en moyenne 1,26 fois moins rapide qu'en voiture), la desserte en rocade est la solution qui homogénéise le plus les écarts de desserte entre les différents quartiers (avec un écart type de 0,27 contre 0,32 ou 0,33 pour les autres solutions). En d'autres termes, la desserte en rocade est la desserte la plus *équitable* pour les territoires. Les résultats de cet indicateur confirment ceux de l'indicateur de gain de temps. Alors que les solutions radiales offrent une très bonne efficacité vis-à-vis de la voiture pour la desserte du centre et de l'axe de la ligne 2 du tramway, elles laissent de côté certains quartiers périphériques (notamment le quartier de la Mosson, au nord-est, où les transports en commun sont souvent deux fois moins rapides que la voiture). La desserte en rocade est moins performante pour la desserte du centre-ville mais elle réduit les écarts entre les quartiers.

Le fait que l'écart vis-à-vis de l'automobile soit réduit pour l'ensemble des quartiers dans le cas de la desserte en rocade est une chose intéressante, encore faut-il que ces territoires périphériques ou péricentraux offrent une quantité de ressources urbaines qui compense la moins bonne desserte du centre-ville. En effet, l'utilité d'une ligne peut se mesurer dans sa capacité à mettre en relation des lieux d'émissions (ici les zones d'habitat du sud-ouest de l'aire urbaine) avec des ressources urbaines (emploi, formation, loisirs...). Nous avons choisi ici de mesurer les variations de l'accessibilité à l'emploi selon les différentes modalités d'articulation entre transport départemental et urbain.

Dans la situation actuelle, on accède en une heure à partir de Gigean à 51 % des emplois de l'agglomération de Montpellier en transport public et à 99 % des emplois en voiture. La voiture permet donc d'accéder à deux fois plus d'emplois que les transports en commun. Les différentes hypothèses d'articulation influent sur cette accessibilité à l'emploi : avec la mutualisation de l'infrastructure (et des aménagements en dehors de l'agglomération), on accède à 82 % des emplois en une heure. Cette accessibilité n'est que de 72 % avec le simple prolongement de la ligne jusqu'au centre-ville ; elle est toutefois de 91 % pour le tramway périurbain et de 98 % pour la desserte en rocade. La rocade, dans le cas de Montpellier, apparaît donc comme la meilleure solution d'articulation entre transport interurbain et transport urbain. Cela s'explique par le fait que le quartier de la Mosson compte un nombre important d'emplois. C'est donc bien de la structure de l'emploi dans l'agglomération que dépend l'efficacité de telle ou telle modalité d'articulation.

Le calcul de l'accessibilité à l'emploi avec et sans aménagements périurbains (table 8.2) permet aussi de démontrer l'intérêt de réfléchir aux modalités de

TABLEAU 8.2 – Résultats de l'indice d'accessibilité

	Part de l'emploi de l'agglomération accessible en 1h	
	Sans aménagement sur la partie périurbaine	*Avec aménagements sur la partie périurbaine*
Situation de référence	51%	63%
Car jusqu'au centre ville	62%	72%
Mutualisation	72%	82%
Desserte en rocade	76%	98%
Tram périurbain	-	91%
Voiture	99%	

desserte de l'agglomération lorsqu'une infrastructure lourde est mise en place. On observe ainsi que les différentes modalités d'articulation présentées dans cette étude de cas augmentent l'indice d'accessibilité de 11 à 25 points tandis que la mise en place d'aménagements dans la partie périurbaine augmente cet indice de 10 à 22 points. L'impact de l'infrastructure apparaît ici comme comparable à celui des modalités d'articulation : ainsi, dans notre étude, l'indice d'accessibilité est similaire entre la solution car en centre-ville sans aménagements et correspondance forcée avec aménagements. Il y a donc un intérêt évident à une réflexion intégrée entre création d'infrastructures et organisation des réseaux.

8.2.3 Synthèse des résultats

Les différents indicateurs calculés ont permis de mettre en évidence les forces et faiblesses de chacune des solutions proposées (tableau 8.3). Evidemment, aucune solution miracle n'apparaît et les résultats sont largement dépendants de notre terrain d'étude. Le choix d'une autre commune que Gigean aurait sans doute modifié certains résultats. Toutefois certaines conclusions semblent être généralisables : si les solutions de type radial sont idéales pour desservir l'hyper centre, l'organisation en rocade permet d'offrir un bon accès aux quartiers péricentraux sans pour autant pénaliser fortement l'accessibilité au centre-ville (si l'agglomération est dotée d'un réseau de transport en commun efficace). Dans une agglomération bien maillée par les TCSP, la desserte en rocade est spatialement plus égalitaire. Elle lisse les différences de temps de parcours avec la voiture pour l'ensemble des quartiers alors que les solutions radiales favorisent l'accès au centre ou à un quadran de l'agglomération. La mise en œuvre d'une solution ou d'une autre dépend donc de la localisation des aménités urbaines au sein de l'agglomération : la desserte en rocade pré-

Tableau 8.3 – Tableau de synthèse des résultats

	Possibilité de trajets directs	Gains de temps vers hyper centre	Gains de temps vers quartiers périphériques	Effcacité par rapport à l'automobile	Accessibilité à l'emploi
Car en centre ville	+	+++	+	+	+
Mutualisation de l'infra.	+++	+++	++	++	++
Desserte en rocade	+++	0	+++	++++	++++
Tramway périurbain	++++	+++	+++	+++	+++

Notation de '0' (identique à la situation de référence) à '++++' (très avantageux)

sentant peu d'intérêt pour les agglomérations où tous les services et emplois sont concentrés dans l'hypercentre.

Au risque de paraître trivial, prenons le temps de rappeler que la pertinence et l'utilité du transport public dépend de sa capacité à relier efficacement les zones d'habitat aux différentes ressources urbaines. La question territoriale est donc primordiale et chaque ligne interurbaine ou périurbaine doit être pensée en trois étapes : Comment desservir au mieux les ilots d'habitation ? Quel tracé et quels aménagements mettre en place pour être efficace face à l'automobile ? Comment desservir la partie agglomérée pour maximiser l'accessibilité et la desserte des ressources urbaines ? Cette courte étude de cas, se concentrant essentiellement sur la troisième étape, a mis en évidence l'impact important de différentes solutions d'articulation entre transport départemental et transport urbain sur l'accessibilité depuis les territoires d'entre deux. Selon la structure de l'agglomération, des solutions de desserte en rocade ou de mutualisation des infrastructures entre Tcsp et cars interurbains peuvent apporter des gains d'accessibilité importants. Ces gains d'accessibilité sont par ailleurs amplifiés par la réalisation d'aménagements permettant de parcourir plus rapidement la section hors agglomération. La réutilisation d'anciennes voies ferrées par un tramway périurbain est aussi une solution intéressante, bien que plus couteuse.

Les différentes solutions étudiées présentent des forces et des faiblesses et sont plus ou moins adaptées selon la morphologie des agglomérations. Les solutions radiales semblent donc adaptées aux agglomérations où la majorités des opportunités urbaines sont concentrées dans l'hyper centre (cars en centre-ville) ou le long d'un axe (mutualisation de l'infrastructure et tramway périurbain). À l'inverse, dans les agglomérations plus polycentriques, où certains services et activités ont été déconcentrés dans les quartiers périphériques, l'organisation de la desserte en rocade prend tout son sens. L'analyse, réalisée sur une seule ligne, gagnerait à être étendue à l'ensemble du réseau interurbain. Cela permettrait de voir si des solutions efficaces sur une ligne gardent

leur intérêt lorsqu'elles sont intégrées à un système. Cependant, nos résultats permettent d'ores et déjà de mettre en garde contre les solutions a minima. Ils pointent la nécessité de penser l'articulation entre transport urbain et inter-urbain comme un enjeu de territoire et non comme une simple rationalisation du nombre de véhicules.km.

8.3 Conclusion : Quelle articulation pour répondre aux mobilités entre périphéries ?

Espace par excellence de l'automobile, les territoires périurbains en marge du réseau ferroviaire apparaissent clairement comme des territoires à enjeux pour les transports publics. Ils posent la question de l'adéquation nécessaire entre lignes de transport en commun et lignes de désirs des habitants. La faible part modale des transports publics dans ces espaces peut certes s'expliquer par un niveau de service relativement faible (en offre et en information voyageur) mais cela ne doit pas occulter le véritable problème, qui est de nature territoriale.

La problématique des déplacements de proximité est bien prise en compte dans les documents de planification. Le développement de réseau modes doux, la hiérarchisation des polarités urbaines et de l'offre commerciale ou de services sont des réponses adaptées pour favoriser une mobilité plus durable pour les déplacements quotidiens. Le traitement des interfaces entre les territoires de planification (les Scot) et l'articulation entre les échelles de réseaux de transports en commun fait quant à elle l'objet de traitement différenciés. Si certains territoires assument leur position périphérique ou l'interdépendance métropolitaine — et cherchent à favoriser des solutions durables pour répondre aux mobilités de plus longue distance —, d'autres mettent en place une forme de protectionnisme territorial par les réseaux de transport collectifs. Ces derniers, voulant éviter un affaiblissement ou une banalisation de leur territoire, relativisent dans leur projet d'aménagement l'importance de liaisons en transports collectifs efficaces avec l'agglomération principale. Cette posture territoriale semble peu pertinente dans la mesure où elle nie des types de déplacements importants, déplacements métropolitains qui sont pourtant ceux que les documents de planification devraient prendre prioritairement en compte pour les orienter vers des modes ou pratiques plus compatibles avec le développement durable.

L'élargissement de l'échelle territoriale de réflexion (notamment au travers de la démarche inter-Scot) et la prise en compte de la nécessaire articulation entre réseau modes doux, urbains et interurbains pour offrir une alternative crédible à l'automobile apparaissent comme des conditions nécessaires pour une desserte efficace des territoires de faible densité. Le cas de l'accessibilité aux ressources métropolitaine depuis le sud-ouest de l'agglomération de Montpellier montre l'intérêt d'une réflexion qui transcende les périmètres de compétence : l'enjeu pour les territoires périphériques (et lignes départemen-

tales qui les desservent) n'est pas de se raccrocher au réseau urbain structurant mais de penser l'articulation entre échelle urbaine et échelle interurbaine pour faciliter la chaine de déplacement, éviter les rupture de charge et maximiser l'accessibilité aux aménités. C'est sur cette base qu'un transport périurbain à haut niveau de service peut être envisagé.

Chapitre 9

Réflexions autour du Car à Haut Niveau de Service : exemple d'application des travaux de thèse

Les diverses analyses réalisées au sein de ce travail de recherche ont mis en évidence la complexité de la question de la desserte des espaces de faible densité par les transports publics, tant ces espaces sont variés. Les espaces périurbains ou de faible densité apparaissent comme des territoires répondant certes à des organisations spatiales différentes selon les régions, mais ils apparaissent aussi comme des territoires structurés par des pôles hiérarchisés, comme des territoires ayant des fonctions spécifiques au sein des aires urbaines, comme des territoires de vie aussi. Pour répondre aux attentes de ces territoires, il parait donc intéressant de questionner la notion de transport à haut niveau de service dans les espaces de faible densité.

La notion de *haut niveau de service* pour le transport interurbain implique la recherche d'axes structurants dans les faibles densités. Ces axes sont en effet le support privilégié pour implanter des lignes de ce que nous appellerons des *Car à Haut Niveau de Service* (CHNS). La recherche d'axes structurant pour y implanter un mode de transport relativement lourd est une démarche cohérente avec le questionnement de thèse. Elle n'est, et ne doit pas être, exclusive d'une réflexion sur des solutions plus légères, plus souples dans les territoires où le CHNS n'est pas pertinent [1].

1. Sur ce point, nous renvoyons à la littérature sur le TAD ou les systèmes de minibus dans les agglomérations des pays du sud présentée dans le chapitre 2.

Pour faire face aux enjeux de desserte des territoires périphériques situés en marge du réseau ferroviaire, le CHNS ne doit pas être vu comme une simple solution matérielle mais comme un système territorialisé. Ainsi, en plus de recommandations sur le mode d'exploitation, il est très important de réfléchir aux enjeux territoriaux de cette solution de transport. Le CHNS ne doit pas être une simple norme technique à dupliquer indifféremment sur chaque ligne, il doit adhérer aux réalités du territoire et à ses évolutions.

9.1 Le Car à Haut Niveau de Service : éléments de définition

À partir des interrogations du Certu (2005, 2010b), de rapports de l'IAU îdF (Jacob et Allio, 2006), de l'ITDP (Wright et Hook, 2007) ou des Conseils Généraux (Transisère, 2009; Bas-Rhin, 2010; TarnBus, 2010), ainsi que d'exemples de *bonnes pratiques* présentés dans l'annexe D, nous avons cherché à définir ce que devrait être un Car à Haut Niveau Service (CHNS). Cette section vise à définir succinctement le concept de CHNS en matière d'offre, de service, de matériel roulant et d'aménagements sur l'infrastructure routière ; cette définition apparait comme un préalable nécessaire pour appréhender les enjeux territoriaux du transport routier périurbain à haut niveau de service [2].

9.1.1 Un mode qui prend le meilleur de la route et du rail

Pour être efficaces et attractives, les lignes de transport interurbain à haut niveau de service doivent concilier les avantages des modes ferroviaires (notamment en termes d'infrastructure et de garantie de temps de parcours) et des modes routiers (notamment pour la souplesse d'exploitation). Nous avons donc comparé les niveaux de service attendus du CHNS avec ce qui se fait actuellement dans les réseaux interurbains (cars, TER, RER). Le tableau 9.1 présente les résultats de cette comparaison.

Le CHNS peut s'inspirer du ferroviaire en ce qui concerne l'utilisation d'une plateforme dédiée, la visibilité de la ligne et l'aménagement des arrêts. Les stations doivent être facilement indentifiables et offrir confort et services. Il ne s'agit pas de construire des gares pour le CHNS mais la question de stations fermées peut être posée (pour les arrêts principaux). La réflexion sur les équipements mis à disposition des voyageurs est aussi importante : le CHNS doit chercher à se rapprocher de ce qui existe sur les réseaux TER (tablettes, prises électriques, poubelles...). Toutefois, le CHNS doit aussi tirer parti des avantages des modes routiers, à savoir une plus grande flexibilité d'exploitation et une possibilité de modifier les itinéraires des lignes afin d'adhérer au mieux aux dynamiques urbaines.

2. La définition de la *norme* CHNS présentée ici a fait l'objet d'un rapport dans le cadre d'un programme de recherche interne à Transdev (Drevelle, 2012a) et d'une présentation auprès de responsables de grands réseaux urbains (Drevelle, 2011c).

TABLEAU 9.1 – Tableau de comparaison des différents modes interurbains

	Car interurbain*		TER		RER	CHNS	
Fréquence	Faible, avec coupures		Variable		Importante, continue sur la journée	Importante, continue sur la journée	
Plage horaire des services	Services en HP		Variable		Etendue	Etendue	
Temps de parcours	Variable selon condition de circulation		Garanti, peu de différences HP/HC		Garanti, peu de différences HP/HC	Garanti, peu de différences HP/HC	
Infrastructure spécifique	Non (sur voirie partagée)		Voie ferrée		Voie ferrée	Site propre (aux endroits nécessaires)	
Souplesse de l'exploitation	+ (routier)		- (ferré)		- (ferré)	+ (routier)	
Stations	Abris voyageur	poteau d'arrêt	Gare	Halte	Gare	Station fermée aménagée	Abris voyageur
Information en station	Faible (horaire papier)		Variable (selon l'importance de la gare)		Importante (prochains trains, retard, desserte…)	Importante (prochains cars, retard, desserte…)	
Information dans le véhicule	Assurée par le conducteur		Ecran d'informations + contrôleur		Messages vocaux, plan de réseaux	Ecrans d'informations + conducteur	
Personnel embarqué	Conducteur en contact avec l'usager		Conducteur + contrôleur		Conducteur en cabine	Conducteur (+ contrôleur ?)	
Equipements embarqués	Aucun		Toilettes, tablettes, prises électriques (parfois), poubelles		Aucun	Tablettes, prises électriques, poubelles	
Possibilité de faire évoluer le tracé des lignes	Oui (pas d'infrastructure dédiée)		Non		Non	Oui, sauf sur les sections en site propre intégral	

*services en zone rurale

Réalisation : M. DREVELLE, 2011

9.1.2 Proposition de caractéristiques techniques

Les exemples et comparaisons permettent d'identifier les points à traiter pour transformer une ligne d'autocar départemental (ou une ligne suburbaine) en Car à Haut Niveau de Service. À partir de ces éléments, nous proposons une première esquisse de ce que pourrait être la norme CHNS. La plupart de ces propositions sont illustrées par des exemples dans l'annexe D.

- *Fréquence minimale :* peut varier selon le potentiel de la ligne, mais les passages sont cadencés. 15 à 30 minutes en heures de pointe, 30 à 60 minutes en heures creuses (jamais plus de 60 minutes entre deux passages).
- *Amplitude de service :* de 6h à 21h (minimum), envisager des services de soirée (jusque 23h) sur les lignes à fort potentiel.
- *Temps de parcours :* garanti avec un intervalle de 5 minutes. Le temps de parcours doit être équivalent au temps de parcours en automobile et être relativement similaire en heures de pointe et en heures creuses.
- *Infrastructure dédiée :* pour remplir les objectifs de temps de parcours, l'ensemble des points de congestion doit être traité.
- *Matériel roulant :* Véhicules interurbains adaptés à la desserte périurbaine (plancher bas, portes larges)
- *Stations :* les stations doivent être facilement repérables (identité visuelle), abriter des intempéries, offrir une information voyageur de qualité (plans de réseaux, prochains passages...) et permettre l'achat de titres de transport.
- *Billettique :* achat des titres en station ou à bord (si la ligne compte un agent d'accompagnement). La mise en place d'un support commun avec l'AOT urbaine est souhaitable.
- *Personnel à bord :* réfléchir à l'opportunité d'un agent d'accompagnement pour vendre, contrôler les billets et informer les voyageurs.
- *Equipements embarqués :* écrans d'informations voyageurs en temps réel (prochain arrêt, correspondances possibles...). Envisager des tablettes et des prises électriques pour permettre aux usagers de travailler à bord.

9.2 Le CHNS, un mode qui prend en compte le territoire

Outre des caractéristiques techniques portant sur l'exploitation, l'information voyageur ou encore le matériel roulant, le CHNS doit avant tout être un mode de transport qui prend en compte et s'adapte aux territoires à desservir. L'avantage majeur de la route par rapport au réseau ferroviaire est de permettre une modulation de la desserte. L'approche CHNS doit donc s'intéresser à la structure et au fonctionnement des territoires pour apporter une solution de transport qui, au-delà de caractéristiques techniques, colle au plus près des besoins de transport des populations périurbaines. À partir des enseignements du travail de thèse, nous proposons de penser le tracé d'une ligne CHNS en trois étapes :

1. Les modalités de desserte des bourgs et villages périurbains
2. La structure du réseau
3. L'articulation avec le réseau de transport en commun urbain

9.2.1 Modalité de desserte des ilots périurbains

Pour capter le maximum d'usagers, le CHNS doit desservir les périurbains au plus proche de leur lieu d'habitation. En effet, l'attractivité (à pied) d'un arrêt décroit rapidement avec la distance à parcourir. Cependant, par sa vocation périurbaine ou interurbaine, le CHNS doit offrir une vitesse commerciale élevée, concurrentielle à l'automobile, il n'est donc pas envisageable de multiplier les détours et les arrêts pour desservir au plus près l'ensemble des habitations.

Les travaux menés dans les chapitres 5 et 6 de ce travail de recherche ont permis de créer des réseaux de desserte du périurbain appuyés sur une hypothèse de rationalisation des tracés des lignes (qui doivent être les plus directs possibles). Ces réseaux, associés à une distance de rabattement plus ou moins importante, couvrent l'ensemble de la couronne périurbaine tout en évitant les détours. Cependant, dans l'optique d'applications concrètes de ce travail théorique, il apparait nécessaire s'assouplir les règles régissant le tracés des lignes afin d'adapter le mode de desserte des ilots en fonction des différentes réalités territoriales. Nous avons ainsi identifié trois modalités de desserte des ilots périurbains adaptées à différentes configurations spatiales.

Desserte le long des axes principaux (RD, RN, autoroutes...)

La modalité la plus efficace en termes de vitesse commerciale et de longueur de la ligne consiste à réaliser la ligne interurbaine sur un axe important et de choisir le tracé le plus direct possible. C'est cette modalité qui a été retenue pour les analyses des chapitres 5 et 6. Ce principe est pertinent dans un certain nombre de cas réels. Ainsi, lorsque le potentiel du bourg ou du village ne justifie pas la réalisation d'un détour par le centre d'ilot, il est plus avantageux de rester sur l'axe principal et de créer un arrêt à proximité du village ou bourg. Si la présence d'un détour peu justifié (qui n'apporte pas ou que peu de voyageurs supplémentaires à la ligne) n'est que moyennement pénalisante, leur multiplication peut avoir un effet très négatif sur l'attractivité de la ligne qui, à chaque détour, devient plus sinueuse, moins rapide et donc moins compétitive face à l'automobile.

La distance accrue entre les lieux d'habitation et l'arrêt TC engendre, elle aussi, une perte d'attractivité du transport en commun. Cette perte d'attractivité peut cependant être en partie compensée par l'aménagement de liaisons douces (marche, vélo) de qualité ou la création de places de parking. De plus, ce sont essentiellement le niveau de service offert (fréquence, amplitude...) et les avantages du transport en commun par rapport à la voiture qui peuvent inciter les habitants à utiliser les transports publics. Ainsi, les habitants n'hésitent pas à se rabattre en voiture vers une gare routière lorsque le niveau de service offert est élevé [3] ; à l'inverse, les lignes reliant deux pôles en cabotant de village en village n'attirent pas de voyageurs en dehors d'un public captif.

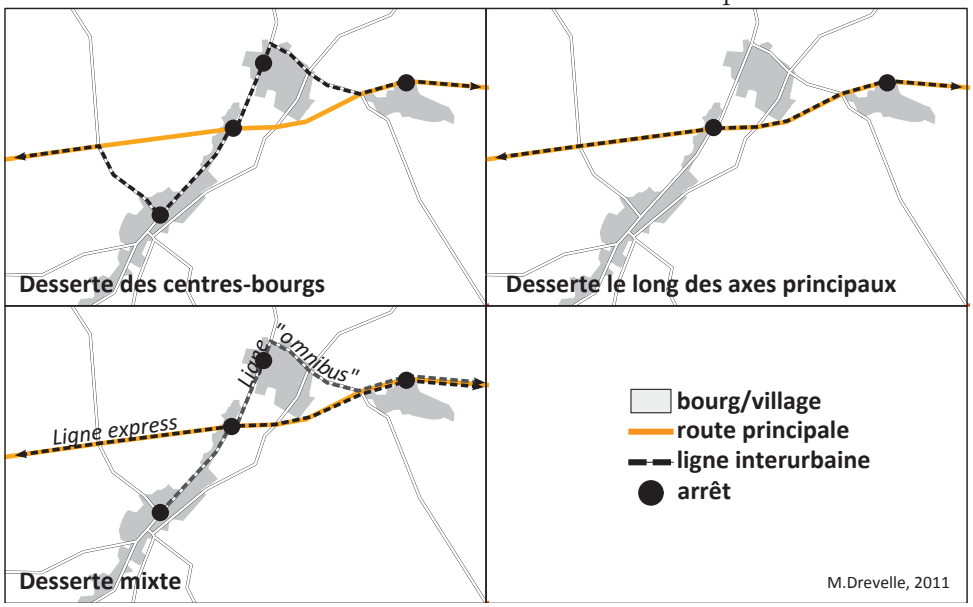
Desserte des centre-bourgs

La desserte des centres d'ilots, lorsque ceux-ci sont à l'écart de l'axe principal de circulation engendre un détour qui est relativement couteux en distance et en temps (d'autant plus que les vitesses sont inférieures en traversée de bourg que sur les axes principaux). Cette solution doit cependant être envisagée dans certains cas. Il peut en effet être intéressant de faire un détour pour desservir des centres-bourgs excentrés par rapport à l'axe routier principal si :

- Le bourg possède un potentiel de client suffisamment élevé pour « rentabiliser » le détour. En d'autres termes, si le potentiel d'usagers du bourg pèse un poids important dans l'ensemble du potentiel de la ligne.

3. La gare autoroutière de Briis-sous-Forges en est un exemple évocateur : 65 % des voyeurs se rendent à la gare en voiture pour y prendre le bus. Ces voyageurs résident en majorité dans un rayon de 6 kilomètres autour de la gare. Les deux principaux avantages de la gare, cités par les usagers, sont le gain de temps et le parking gratuit (Essonne, 2011).

FIGURE 9.1 – Modalités de desserte des ilots périurbains



Desserte des ilots	Points positifs	Points négatifs
Centre-bourg	Desserte au plus proche des habitants et des commerces	Risque de détour et d'allongement des temps de parcours
Axe principal	Trajet le plus direct et le plus rapide	Arrêt pouvant être éloigné des centre-bourg
Mixte	Tracés omnibus et tracés express (exploitation de type tram-train de Karlsruhe)	Complexité du système, multiplication des lignes

– Le bourg constitue une centralité locale (commerces, services publics). Dans ce cas, le bourg constitue à la fois une origine (personne se rendant dans l'agglomération centrale) et une destination (habitants des villages alentour se rendant au bourg). Dévier la ligne pour desservir le centre est alors intéressant pour capter des mobilités de proximité.

Desserte mixte

Lors de nos analyses théoriques des chapitres 5 et 6, nous avons exclu la possibilité pour un bourg ou une ville d'être à la fois desservi par une ligne traversante et le terminus d'une autre ligne. Dans certains cas, lorsque la ligne présente un potentiel important ou une demande mal répartie sur le tracé

(justifiant par exemple la création d'un terminus partiel en milieu de ligne), il est possible d'envisager une desserte « mixte ». Ce mode de desserte applique le modèle de desserte de Karlsruhe au transport routier. Dans la périphérie de Karlsruhe, certaines missions express ne desservent que la gare ferroviaire alors que d'autres se débranchent du réseau ferroviaire, desservent le centre de la commune (en mode tramway) et se reconnectent au réseau ferré. Il est possible d'imaginer ce type de desserte pour le CHNS : certaines missions express ne quitteraient pas l'axe principal tandis que d'autres feraient un détour pour desservir un bourg important ou un terminus partiel.

La desserte « mixte », si elle permet un meilleur ajustement de l'offre à la demande de mobilité, complexifie significativement le réseau en multipliant le nombre de lignes. De plus elle ne semble envisageable que sur les lignes à fort potentiel de trafic, justifiant des missions express ou des missions partielles de renforcement de la ligne.

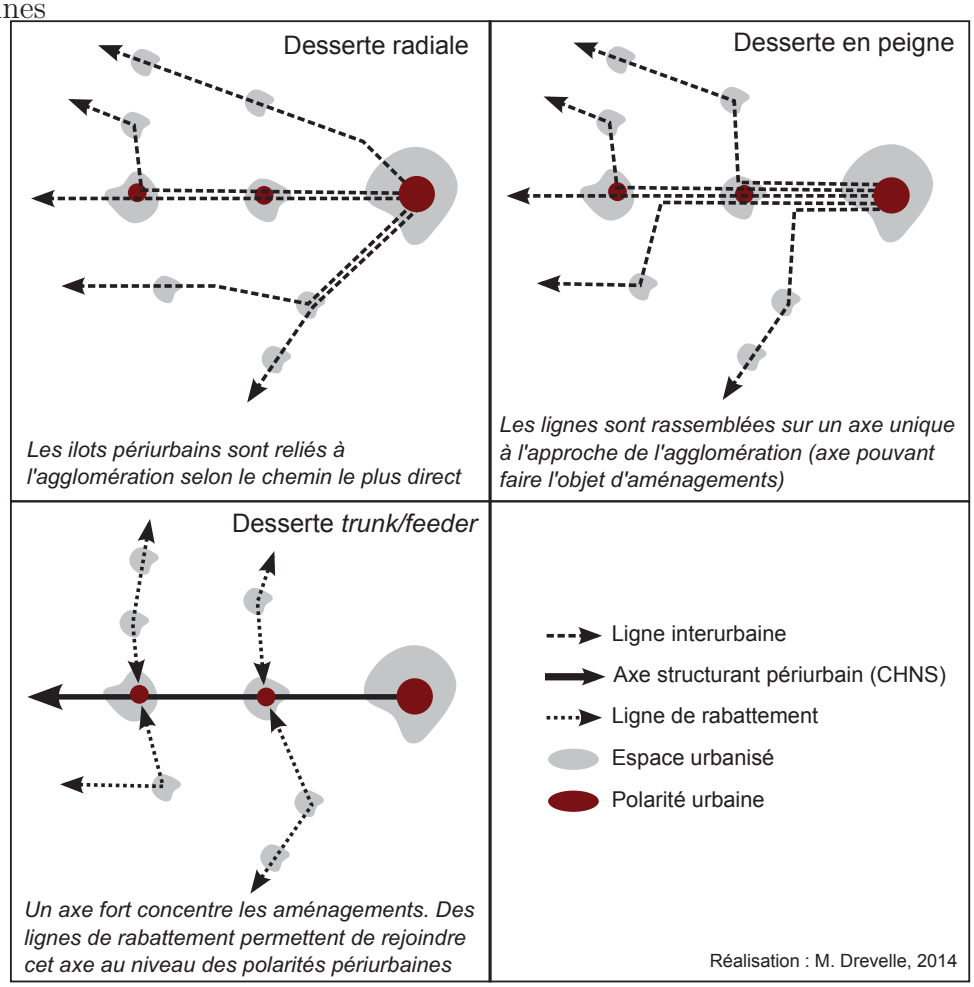
9.2.2 CHNS et organisation du réseau

La deuxième étape de la réflexion territoriale sur le CHNS consiste à rechercher le meilleur tracé de ligne pour relier les bourgs périurbains à l'agglomération principale. L'objectif de cette réflexion est de faire profiter au maximum l'ensemble du réseau des aménagements liés au CHNS. Le mode de transport CHNS nécessite des aménagements de voirie pour améliorer et fiabiliser les temps de parcours, il parait alors approprié de rentabiliser ces aménagements en faisant en sorte qu'ils bénéficient au plus grand nombre possible de lignes. Cela nécessite de repenser plus ou moins en profondeur la structure du réseau interurbain et de questionner les différentes modalités de desserte des espaces peu denses (voir figure 9.2)

La desserte radiale : une organisation peu adaptée au CHNS

Actuellement, la plupart des réseaux départementaux ont une structure que l'on pourrait qualifier de desserte radiale ou rayonnante. Dans ce cas, les lignes interurbaines relient la ville principale aux bourgs et villages en empruntant un trajet direct. C'est d'ailleurs cette logique que nous avons suivi pour réaliser les réseaux de desserte théorique *capillaire* dans le chapitre 5. Cette structure est relativement avantageuse pour un réseau départemental classique dans la mesure où il s'agit de la modalité d'organisation qui permet les tracés de ligne les plus courts en distance. Cependant elle parait assez peu adaptée à la mise en place de lignes ou de réseaux de CHNS : le nombre conséquent d'axes

FIGURE 9.2 – Trois modalités desserte de la couronne par les lignes interurbaines



utilisés pour entrer dans l'agglomération nécessiterait d'aménager un linéaire important en site propre et ces aménagements seraient sous-utilisés en raison du faible nombre de lignes les empruntant.

Un CHNS *ouvert* : la desserte en peigne

Dans un système CHNS, les aménagements les plus lourds à réaliser sont situés à l'entrée des agglomérations, là où la congestion est la plus forte. Afin de limiter la quantité de linéaire à traiter, il parait judicieux de canaliser l'ensemble des lignes desservant un quadrant de l'aire urbaine sur un axe unique lorsqu'elles arrivent à proximité de l'agglomération. Cela permet de n'avoir à traiter qu'un seul axe en site propre ; l'infrastructure est ainsi rentabilisée puisqu'un nombre important de lignes l'empruntent. Dans cette organisation, les bus parcourent des distances un peu plus importantes mais cette hausse de la distance parcourue est normalement compensée par une vitesse commerciale supérieure grâce aux aménagements réalisés.

Ce mode d'organisation peut être qualifié d'*ouvert*. Cela signifie que les aménagements réalisés peuvent être empruntés par l'ensemble lignes classiques et que le principe de liaison directe entre l'ensemble des bourgs et l'agglomération centrale est maintenu. L'addition des lignes sur un axe unique permet d'améliorer la fréquence de passage des cars à mesure que l'on s'approche de l'agglomération (par addition des passages des différentes lignes). Toutefois le maintien d'un nombre important de lignes peut nuire à la lisibilité du réseau et rend difficile le passage à une exploitation de type CHNS (fréquence, amplitude...) sur l'ensemble du réseau.

Un CHNS *fermé* : la desserte *trunk/feeder*

Un troisième type d'organisation du réseau de CHNS peut s'inspirer des BRT (*bus rapid transit*) et suivre une logique dite *trunk/feeder*. Dans ce mode d'organisation, les aménagements réalisés sont concentrés sur un axe fort (*trunk*) qui bénéficie du niveau de service CHNS et la desserte des bourgs et villages situés en retrait est réalisée en rabattement (*feedering*).

La ligne CHNS fonctionne alors en mode *fermé*, c'est-à-dire que les autres bus départementaux n'empruntent pas les infrastructures du CHNS. L'axe fort, qui concentre les efforts pour atteindre un niveau de service élevé tout au long de la journée, est ainsi facilement identifiable et structure le territoire desservi. Le rabattement peut être organisé selon différentes modalités en fonction la structure des territoires :

– Aménagement de liaisons douces de qualité (piéton et vélo) pour les courtes distances,
– Ligne de rabattement pour les principaux villages et service de transport à la demande pour les territoires avec un potentiel plus faible,
– Mise en place de parking relais pour des rabattements automobiles depuis les zones les plus dispersées.

La desserte *trunk/feeder* est intéressante lorsque qu'un axe principal est facilement identifiable (desserte d'un bourg important ou d'un chapelet de bourgs). La perception de la correspondance pour l'usager qui se rabat doit être prise en compte pour en diminuer l'impact négatif : aménagement des pôles d'échanges (services, confort...) et localisation des correspondances cars/CHNS dans des bourgs ayant une centralité locale.

9.2.3 CHNS et articulation avec le réseau urbain

Le dernier point territorial à prendre en compte dans l'optique d'une démarche CHNS, et qui est loin d'être le moindre, concerne l'articulation, à l'intérieur de l'agglomération, entre la ligne CHNS (ou du moins le transport interurbain départemental) et le réseau urbain lourd (tramway, métro, Busway...). Il serait en effet dommageable pour les réseaux CHNS de perdre les avantages acquis sur la voiture durant la partie périurbaine ou interurbaine du trajet à cause d'une articulation mal pensée avec le réseau urbain. Les réflexions menées en ce sens dans le chapitre 8 permettent d'avancer un certain nombre de mises en garde et de préconisations.

Éviter la double peine temporelle et financière

Dans un certain nombre d'agglomérations, suite notamment à la mise en service d'une ligne de tramway, les terminus des lignes interurbaines ont été déplacés du centre-ville à la périphérie (souvent au terminus de la ligne de transport urbain en site propre). Cette organisation impose une correspondance aux usagers du transport interurbain pour se rendre dans le centre-ville, la pénalité de la correspondance étant censée être compensée (ou réduite) par la fréquence et la vitesse du tramway. Cependant, à l'exception des agglomérations fortement congestionnées, la correspondance forcée semble davantage synonyme d'un allongement du trajet pour les voyageurs (un car se rendant directement au centre sur un axe peu congestionné roule en effet plus vite qu'un tramway s'arrêtant tous les 400–500 mètres). Cette correspondance forcée est d'autant plus pénalisant lorsque la destination du voyageur ne se situe pas sur

l'axe TCSP et qu'il doit donc effectuer une seconde correspondance, alors que les gares routières interurbaines en centre-ville offre souvent une correspondance directe avec l'ensemble (ou la majorité) des lignes du réseau urbain.

À cette pénalité temporelle, peut s'ajouter une pénalité financière : en effet, puisque les cars interurbains et les transports urbains ne dépendent pas de la même autorité organisatrice de transport, l'intermodalité entre transports urbain et transports interurbains n'est pas gratuite. Dans certains territoires (et fort logiquement dans les territoires couverts par un syndicat mixte de transport) des tarifications combinées urbaine/interurbaine sont mises en place, ce qui permet d'atténuer le coût de l'intermodalité pour l'usager. Cependant, dans d'autres territoires, il est nécessaire d'avoir deux abonnements distincts, sans possibilité de réductions.

À défaut d'une intégration complète (spatiale et tarifaire), un des enjeux de l'articulation entre réseau urbain et réseau interurbain est donc d'éviter la double peine temporelle et financière. La correspondance forcée est davantage acceptable dans un contexte de forte intégration tarifaire et, à l'inverse, l'absence d'abonnement combiné est moins gênante lorsque les cars interurbains desservent l'hypercentre (et donc la plupart des aménités urbaines). Cependant, combiner une correspondance forcée en périphérie à une faible intégration tarifaire nous semble une politique à proscrire.

Tirer parti du réseau urbain pour organiser une articulation *intelligente*

Si on se réfère aux résultats du chapitre 5, il est possible de mettre en évidence quelques préconisations générales pour penser l'articulation entre les lignes interurbaines et le réseau urbain [4]. Il faut cependant préciser que ces préconisations doivent être vues comme des pistes de réflexions et non comme des solutions prêtes à l'emploi.

Les stratégies d'articulation entre les différents niveaux de réseaux doivent prendre en compte la structure urbaine de l'agglomération et la maturité du réseau urbain en site propre. En généralisant nos propos, nous pouvons identifier quatre grands types de structures territoriales selon les modalités suivantes : ressources concentrées au centre – ressources réparties dans l'agglomération ; réseau de TCSP urbain à une ligne – réseau maillé. La figure 9.3 illustre les différentes possibilités d'articulation qui nous semblent pertinentes en fonction

4. Nous ne considérons ici que les réseaux urbains ayant au moins une ligne de transport en site propre (TCSP). Dans les réseaux urbains sans lignes de TCSP, la desserte du centre par les lignes interurbaines ne nous parait pas pouvoir faire l'objet d'alternatives.

de la configuration spatiale de l'agglomération.

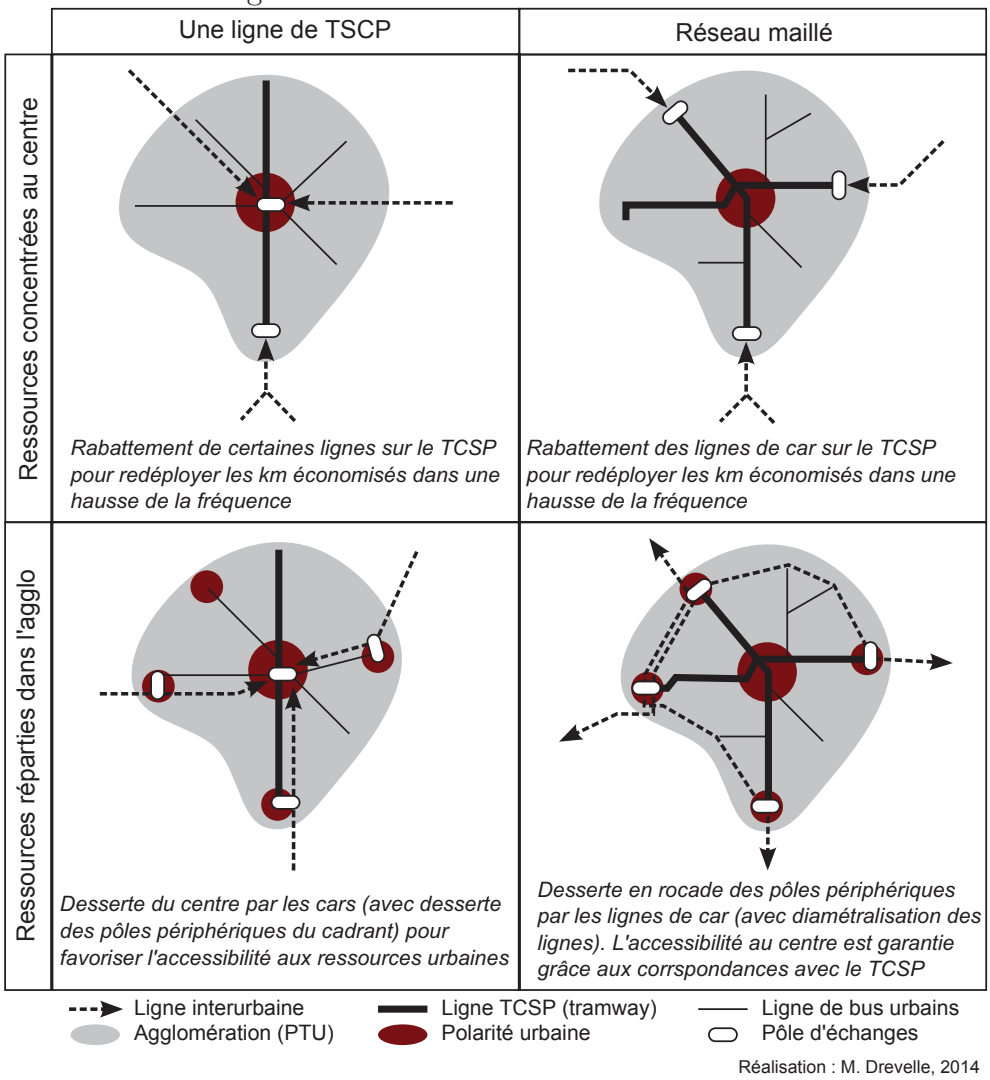
Agglomération monopolarisée avec une ligne de TCSP : si l'ensemble des ressources urbaines de l'agglomération sont situées dans l'hypercentre (ou proche de l'hypercentre), il apparait souhaitable de situer le terminus des lignes interurbaines à proximité immédiate du centre. Toutefois, il est envisageable de créer une correspondance *forcée* entre cars et TCSP si les performances du transport urbain en site propre ne pénalisent pas le temps de parcours. Les kilomètres ainsi économisés pour la traversée de l'agglomération peuvent alors être réinjectés sous la forme d'une augmentation de la fréquence des lignes interurbaines.

Agglomération monopolarisée avec un réseau TCSP maillé : ce cas est théorique, on n'imagine mal en effet le développement d'un réseau maillé de tramway ou de BHNS dans une agglomération sans polarité périphérique. Toutefois, pour une telle configuration territoriale, il est envisageable d'arrêter les lignes interurbaines en bordure de l'agglomération, les bonnes performances du TCSP devant compenser le *coût* de la correspondance. Les kilomètres ainsi économisés pour la traversée de l'agglomération peuvent alors être réinjectés sous la forme d'une augmentation de la fréquence des lignes interurbaines.

Agglomération multipolarisée avec un réseau TCSP maillé : si seule une partie des ressources urbaines de l'agglomération sont situées dans l'hypercentre (ou proche de l'hypercentre), il apparait souhaitable de situer le terminus de l'ensemble des lignes interurbaines à proximité immédiate du centre, y compris celles qui empruntent le corridor du TCSP. En effet, la présence de la gare routière dans le centre (et donc à proximité immédiate du nœud principal du réseau urbain) favorise l'accessibilité aux ressources urbaines éclatées. Il est toutefois opportun de dévier légèrement les lignes interurbaines à l'approche de l'agglomération pour permettre la desserte directe d'un pôle périphérique situé dans le quadrant de la ligne interurbaine.

Agglomération multipolarisée avec un réseau maillé : lorsque les ressources urbaines sont dispersées dans l'agglomération mais reliées entre elles par un réseau maillé de transport en site propre, le maintien de la desserte de l'hypercentre par les transports interurbains n'est peut-être pas la meilleure solution pour répondre aux besoins de mobilité des habitants. Dans ce cas, il peut être intéressant de penser la diamétralisation des lignes interurbaines, associée

FIGURE 9.3 – Proposition d'articulation entre réseaux urbains et interurbains en fonction des configurations territoriales



à une desserte des polarités périphériques (ou d'une desserte en rocade). Cette organisation nuit peu à l'accessibilité à l'hypercentre (qui est assurée grâce aux correspondances avec le réseau de TCSP), évite les tracés en doublon entre les lignes de car et les lignes de TCSP et améliore significativement l'accessibilité aux polarités périphériques depuis l'extérieur de l'agglomération. Elle pose cependant la question de l'équilibre de la charge de voyageurs entre les différentes branches du réseau diamétralisé.

9.3 Proposition d'une méthode pour définir un schéma directeur CHNS : exemple autour de Montpellier

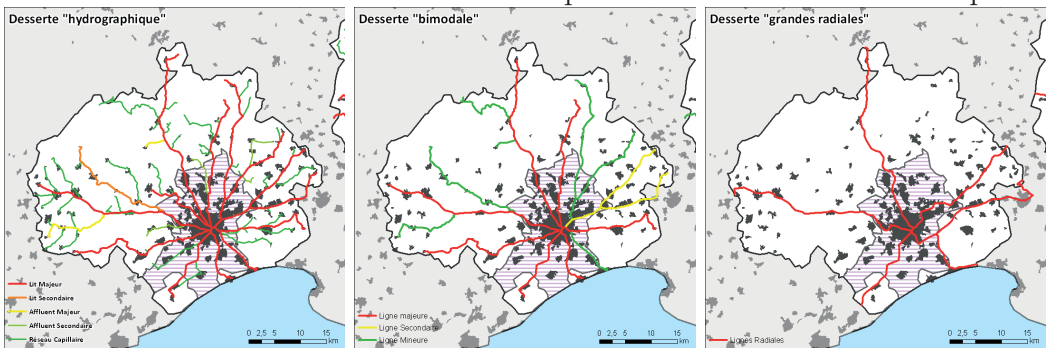
Le CHNS a pour objectif de constituer des axes structurants dans les espaces périphériques. Contrairement aux réseaux théoriques réalisés dans la partie 2 de la thèse (ou au principe du TAD) qui poursuivent un objectif de desserte complète des couronnes, le réseau CHNS doit donc se limiter à un nombre restreint de lignes à fort potentiel. Les lignes CHNS doivent emprunter un trajet qui correspond aux lignes de désir de la population. Ces lignes de désirs peuvent être rapprochées des trajets domicile-travail qui, même s'ils ne représentent qu'un cinquième des déplacements, restent structurants dans le processus de construction de la mobilité (comme nous l'avons vu dans le chapitre précédent).

À partir de deux territoires s'étendant à environ 40 kilomètres autour de Montpellier, nous allons développer et présenter plusieurs outils pouvant servir d'aide à la décision dans la recherche de corridors pertinents pour le CHNS. Le cas de Montpellier apparaît pertinent à étudier car il permet une continuité avec les études de cas précédentes (étude des documents de planification, *block-modeling*, analyse de l'articulation des réseaux...). Il permet aussi de tester l'opportunité du CHNS pour agglomération d'importance régionale, n'ayant pas la population (ni l'infrastructure ferroviaire) nécessaire pour envisager la mise en place d'un réseau périurbain de type RER.

9.3.1 Recherche de corridors denses et d'axes structurants

La première étape pour délimiter les corridors denses et les axes structurants consiste en la confrontation des réseaux théoriques construits dans les chapitres 5 et 6 de la thèse avec la carte des densités de population autour de Montpellier et de l'aire d'attraction de l'agglomération. Les réseaux théoriques, puisqu'ils ont été créés dans un objectif d'analyse comparative entre 100 aires urbaines, ne couvrent que le territoire de la couronne périurbaine de Montpellier (figure 9.4). Nos travaux de recherche (en particulier les analyses réalisées dans le chapitre 7) montrent que les interdépendances entre communes dépassent ce périmètre de l'aire urbaine, la superposition des cartes de réseaux de desserte des couronnes et de caractéristiques démographiques sur un territoire élargi a donc pour but d'identifier des terminus pertinents, en

FIGURE 9.4 – Réseaux de desserte théorique dans la couronne de Montpellier



marge de la couronne, pour les lignes structurantes.

À partir des cartes de densité de la population et de l'emploi autour de Montpellier (figure 9.5), et en prenant appui sur les lignes majeures des différents réseaux théoriques et sur le réseau ferroviaire, nous proposons un réseau périurbain structurant à huit branches. Les axes ferroviaires sont systématiquement conservés et ne sont pas doublés par une ligne routière, en effet, l'objectif du transport routier périurbain n'est pas de concurrencer le train. Les lignes routières structurantes sont créées en conservant les lignes des réseaux théoriques ayant un fort potentiel (qui desservent des territoires avec une forte densité de population et d'emplois) et en les prolongeant, lorsque cela apparait judicieux, jusqu'à un pôle extérieur à la couronne (Lunel, Sète, Clermont l'Hérault, Mèze, Ganges, Aigues Mortes...). Le réseau périurbain ainsi dessiné comprend 2 branches ferroviaires (du type TER périurbain) et 6 branches routières (pouvant préfigurer des lignes CHNS). Les branches ferroviaires sont nommées A et B et les branches routières sont numérotées de 1 à 6 (voir figure 9.7, p.317).

Le réseau armature proposé est centré sur l'agglomération de Montpellier ; son objectif principal est d'améliorer les déplacements en transport en commun entre Montpellier et sa couronne, puisque ce sont les trajets les plus facilement massifiables. Afin de calibrer la longueur des lignes, nous avons calculé l'aire d'attraction de Montpellier et l'intensité de l'influence de la ville sur sa périphérie. La figure 9.6 (carte de gauche) présente les limites de l'aire urbaine de Montpellier (définition 2010), ainsi que la densité d'actifs travaillant à Montpellier en chaque point du territoire. Nous nous apercevons alors que les actifs travaillant à Montpellier sont majoritairement concentrés à l'intérieur du périmètre de l'aire urbaine. Cependant, nous observons aussi que l'intensité de la relation avec Montpellier (mesurée par une plus forte densité d'actifs tra-

FIGURE 9.5 – Densité de population d'emplois autour de Montpellier

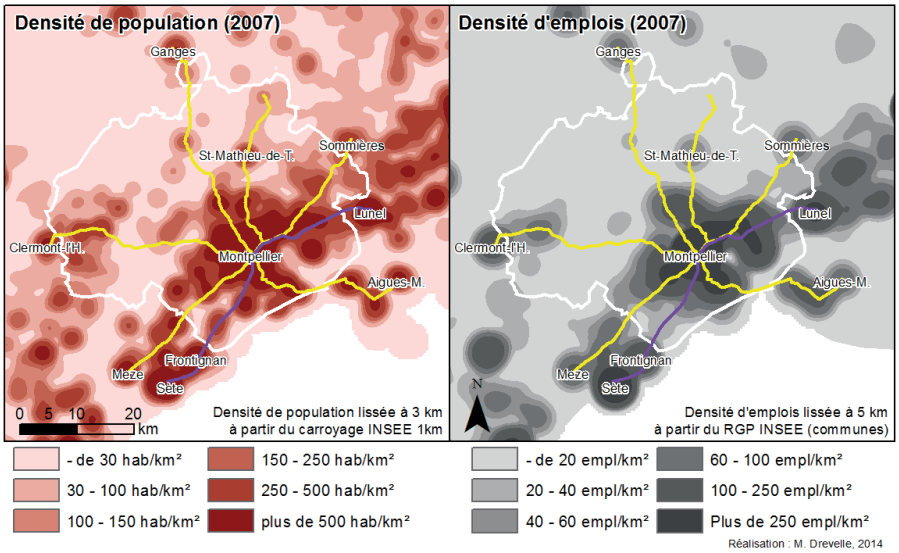
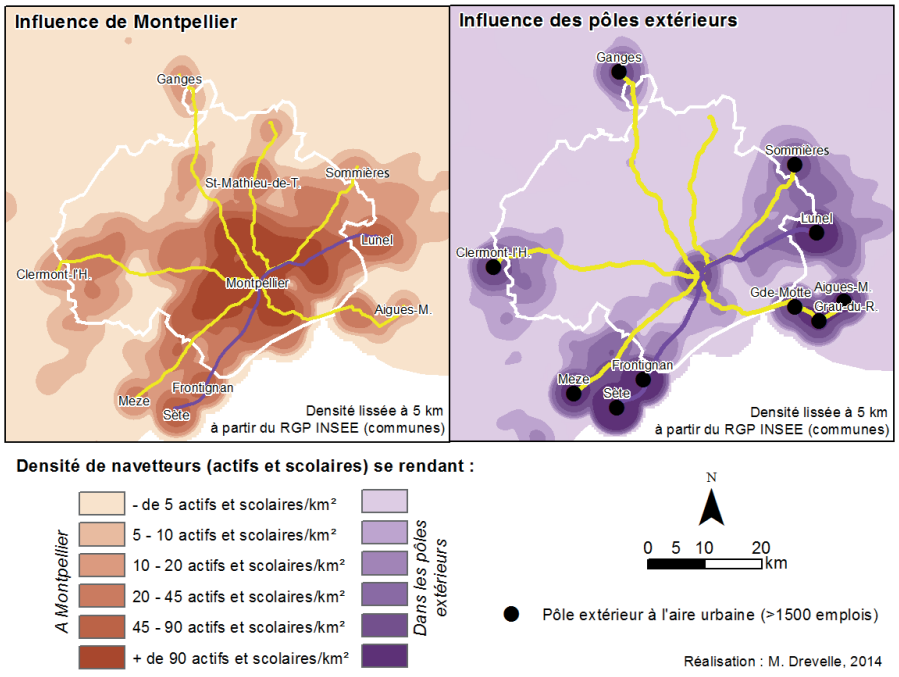


FIGURE 9.6 – Aire d'attraction de Montpellier et des pôles extérieurs



vaillant dans la ville centre) est plus importante le long des axes identifiés. Ainsi, l'ensemble des terminus identifiés précédemment semble posséder une réserve significative d'actifs se rendant à Montpellier. Au-delà de ces terminus, l'influence Montpelliéraine est nettement plus faible (sauf à l'Ouest où l'influence de Montpellier s'étend jusque Nîmes et au Sud de Clermont où on observe un corridor influencé par Montpellier).

Dans des couronnes qui se multipolarisent, Montpellier n'est pas le seul centre d'attraction, la figure 9.6 (carte de droite) présente l'influence des pôles d'emplois extérieurs à la couronne périurbaine de Montpellier. L'aire d'attraction de ces pôles s'étend en partie sur la couronne périurbaine de Montpellier, notamment tout le long de l'axe entre Sète et Lunel. Cela garantit un certain potentiel de voyageurs dans le sens inverse de la pointe et confirme l'intérêt de prolonger les lignes en dehors de l'aire urbaine.

9.3.2 Définition du potentiel et comparaison des différents corridors

Afin de définir le potentiel des différents corridors et de déterminer ceux qui semblent les plus pertinents pour la mise en œuvre de services de type CHNS, nous avons choisi de nous appuyer sur quelques indicateurs simples à mettre en place. En effet, l'objet de cette partie n'est pas de réaliser des prévisions de trafic fines pour les lignes CHNS (d'autant plus que les données disponibles ne sont pas toujours suffisantes pour se lancer dans une modélisation précise), mais plutôt d'identifier les corridors et les lignes qui possèdent un potentiel intéressant.

Population desservie par les lignes

Nos premiers indices visant à définir les corridors les plus pertinents pour le CHNS se concentrent sur le stock et la densité de population présents autour de la ligne (évalués à partir du carroyage Insee). En effet, les personnes habitant à proximité immédiate de la ligne sont autant d'utilisateurs potentiels, à condition qu'elles aient besoin de se rendre sur l'un des points de la ligne. Les lignes étant conçues pour desservir des polarités intermédiaires et l'agglomération de Montpellier, il est envisageable que les habitants utilisent les services offerts par ces différents pôles.

Si la population desservie permet d'évaluer le potentiel des corridors en termes de quantité, le calcul de la densité de population dans les corridors permet de mesurer ce potentiel en termes d'intensité. On peut en effet partir

FIGURE 9.7 – Délimitation des corridors

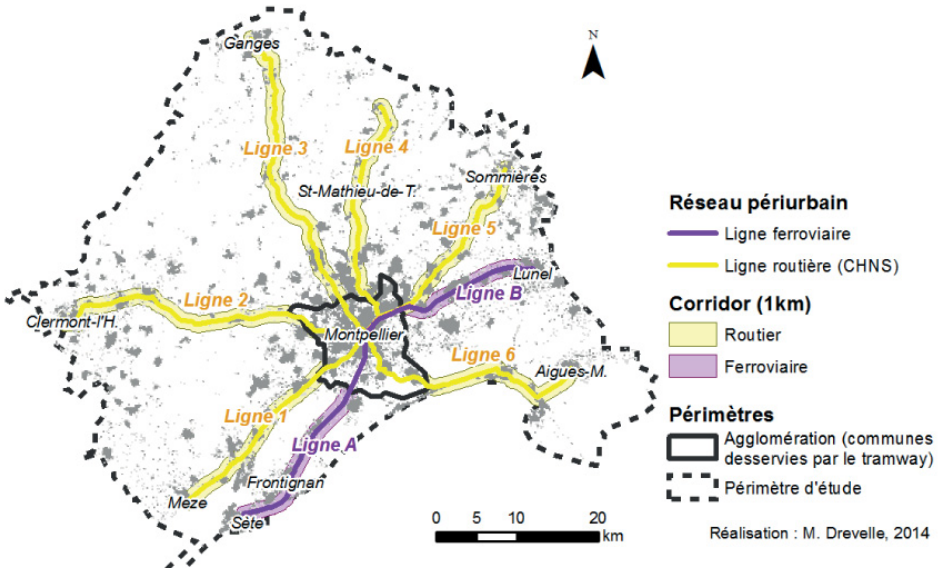


TABLEAU 9.2 – Potentiel d'habitants à 1 kilomètres autour des lignes identifiées

Ligne	Longueur	Population desservie	Densité de la ligne*
1-Mèze	30,9 km	24 279	786
2-Clermont	43,8 km	20 919	478
3-Ganges	44,1 km	20 647	468
4-St Mathieu	33,2 km	18 795	566
5-Sommières	30,0 km	26 419	881
6-Aigues Mortes	34,1 km	26 154	767
A-Sète	28,8 km	46 107	1 601
B-Lunel	28,8 km	40 500	1 753

*nombre d'habitants par km de ligne
Source : Carroyage Insee à 200 mètres

de l'hypothèse que plus la densité d'un corridor est importante, plus l'efficacité commerciale de la ligne (usuellement mesurée par un indice V/K) sera élevée. Les chiffres présentés dans le tableau 9.2 ne prennent en compte que la population desservie à l'extérieur de l'agglomération de Montpellier [5]. Cela permet d'estimer un potentiel de desserte dans le périurbain. L'intérêt de ce calcul réside dans le fait que la desserte de la population de l'agglomération (y compris des communes de banlieue) est davantage la mission des transports urbains que de l'interurbain.

La majorité des lignes routières desservent entre 20 000 et 25 000 habitants. Les deux branches ferroviaires concentrent quant à elles plus de 40 000 habitants dans un rayon d'un kilomètre ; cela est dû à la taille plus importante des pôles terminus : Sète et Lunel. Les branches ferroviaires possèdent les plus fortes densités de population du réseau. Les branches routières de Mèze, Sommières et Aigues-Mortes présentent quant à elles une densité de population supérieures à 750 habitants par kilomètre carré.

Estimation du potentiel de voyageurs sur les lignes

Évaluer le potentiel de voyageurs des lignes de CHNS consiste à estimer la demande de mobilité *tous modes tous motifs* intercommunale sur l'axe et d'y appliquer une part modale du CHNS plausible. Pour ce faire, nous nous sommes basés sur les fichiers de migrations domicile–travail et domicile–étude du recensement de l'Insee et de l'enquête nationale transport et déplacements (ENTD). Les parts modales du CHNS ont été estimées, à partir d'exemples, à 9 % pour une hypothèse réaliste et à 15 % pour une hypothèse optimiste (correspondant à un CHNS à très haut niveau de service). La méthodologie de définition des potentiels de voyageurs sur les lignes CHNS est détaillée dans l'annexe B.3, page 356.

Les résultats des estimations de potentiel de voyageurs pour le CHNS sont assez encourageants (figure 9.3). Dans une hypothèse réaliste de 9 % de part de marché des transports collectifs, les branches ferroviaires les branches ferroviaires possèdent un potentiel d'environ 3500 voyageurs par jour (un chiffre cohérent avec la fréquentation actuelle puisque, à elle seule, la gare de Lunel accueille 2000 voyageurs par jour). Les branches routières ont un potentiel légèrement plus faible, toutefois celle de Sommières à un potentiel proche de 3000 voyageurs par jour et les banches de Aigues-Mortes et St-Mathieu-de-

5. Ici nous avons considéré comme faisant partie de l'agglomération les communes desservies par le tramway, à savoir : Montpellier, Castelnau-le-Lez, Lattes, St-Jean-de-Vedas, Pérols, Juvignac et Jacou.

Tableau 9.3 – Potentiel de voyageurs des lignes identifiées autour de Montpellier

Ligne	Navettes DE-DT	Estim. total déplacements	Potentiel CHNS PM 9 %	Potentiel CHNS PM 15 %
1-Mèze	4 306	15 717	1 415	2 358
2-Clermont	3 664	13 373	1 204	2 006
3-Ganges	5 538	20 215	1 819	3 032
4-St Mathieu	8 100	29 565	2 661	4 435
5-Sommières	8 867	32 363	2 913	4 854
6-Aigues Mortes	7 030	25 658	2 309	3 849
A-Sète	10 602	38 698	3 483	5 805
B-Lunel	11 118	40 580	3 652	6 087

Tréviers ont, quant à elle, un potentiel d'environ 2500 voyageurs par jour, ce qui reste très important pour de l'interurbain routier. À titre de comparaison, la ligne interurbaine Aix-Marseille (qui est probablement la plus fréquentée de France et offre plus de 100 A/R quotidiens) a une fréquentation de 2,1 millions de voyageurs par an (soit environ 9000 par jour) (Dubois, 2013) ; celle Voiron-Grenoble-Crolles (environ 50 A/R quotidiens) attire 5000 voyageurs quotidiennement.

Les lignes vers Mèze et Clermont-l'Hérault possèdent quant à elles un potentiel inférieur à 1500 voyageurs par jour. Dans le cas de la ligne vers Clermont l'Hérault, ce résultat est peu surprenant, en effet, la faible densité d'habitant autour de la ligne pouvait laisser présager un potentiel de fréquentation réduit. Cependant la ligne de Clermont présente l'avantage d'avoir une structure des déplacements assez équilibré : seuls 60 % des déplacements sur l'axe sont à destination de l'agglomération de Montpellier, les déplacements sortant de l'agglomération montpelliéraine et ceux internes aux corridors (dont une forte part à destination de Clermont) représentent donc 40 % du potentiel (tableau 9.4). Cela laisse présager une exploitation assez équilibrée de la ligne (avec des voyageurs dans les deux sens tout au long de la journée). Cette structure équilibrée se retrouve aussi sur les branches ferroviaires et sur les lignes routières vers Sommières et Aigues-Mortes. À l'inverse, la ligne de Mèze est très dépendante des déplacements vers Montpellier (à 80 %), ce qui laisse présager des bus vides dans le sens de la contre pointe. Le faible potentiel de la ligne peut donc éventuellement s'expliquer par la faiblesse du pôle de Mèze. Ce constat appelle à réfléchir à un réseau complémentaire pour compléter, voir *nourrir*, le réseau structurant.

Tableau 9.4 – Structure des déplacements sur les lignes identifiées autour de Montpellier

Ligne	Répartition des déplacements sur les axes par sens		
	corridor->Montp.	Montp.->corridor	interne corridor
1-Mèze	80 %	11 %	10 %
2-Clermont	60 %	10 %	30 %
3-Ganges	70 %	10 %	20 %
4-St Mathieu	76 %	15 %	8 %
5-Sommières	62 %	19 %	19 %
6-Aigues Mortes	56 %	22 %	22 %
A-Sète	47 %	10 %	43 %
B-Lunel	63 %	15 %	22 %

9.3.3 Comprendre les polarités secondaires pour organiser les rabattements

Les différentes étapes de l'analyse conduite précédemment permettent d'identifier des axes structurants pour un réseau à haut niveau de service périurbain et d'évaluer le potentiel de ces axes. Cependant, ce réseau principal n'irrigue pas la totalité du territoire et doit donc être associé à un réseau secondaire ou à des lignes de rabattement. Les résultats présentés dans le chapitre 5 montrent que, pour des raisons économiques et de pertinence, il est impossible de relier l'ensemble du territoire directement au centre de l'agglomération. C'est pourquoi l'esprit de la démarche CHNS favorise davantage la logique *trunk/feeder*, c'est-à-dire un réseau structurant qui dessert les zones à fort potentiel, nourri par des lignes secondaires qui irriguent plus finement le territoire.

Par ailleurs les analyses de l'ENTD du chapitre 7 montrent que l'agglomération, si elle est une destination structurante, n'est pas l'unique pôle d'attraction des mobilités dans les espaces de faible densité. Pour être efficaces, les lignes de rabattement doivent correspondre au moins pour partie aux lignes de désir des habitants. Il convient donc de penser ces lignes et non simplement de les dessiner selon une simple logique économique (rabattre au plus proche sans se soucier de l'intérêt du point de correspondance). Pour dessiner intelligemment ce réseau secondaire, il est nécessaire de comprendre la structure des navettes domicile-travail (multipolarisation...) et d'identifier des pôles secondaires qui seront des points intéressants pour réaliser des pôles d'échanges. C'est dans cette optique que le *blockmodeling* (présenté dans le chapitre 7) permet d'améliorer le tracé des lignes de rabattement (notamment par rapport aux réseaux

théoriques dits *hydrographiques*, dont le principe est exposé dans le chapitre 6) pour mieux l'adapter aux mobilités réelles.

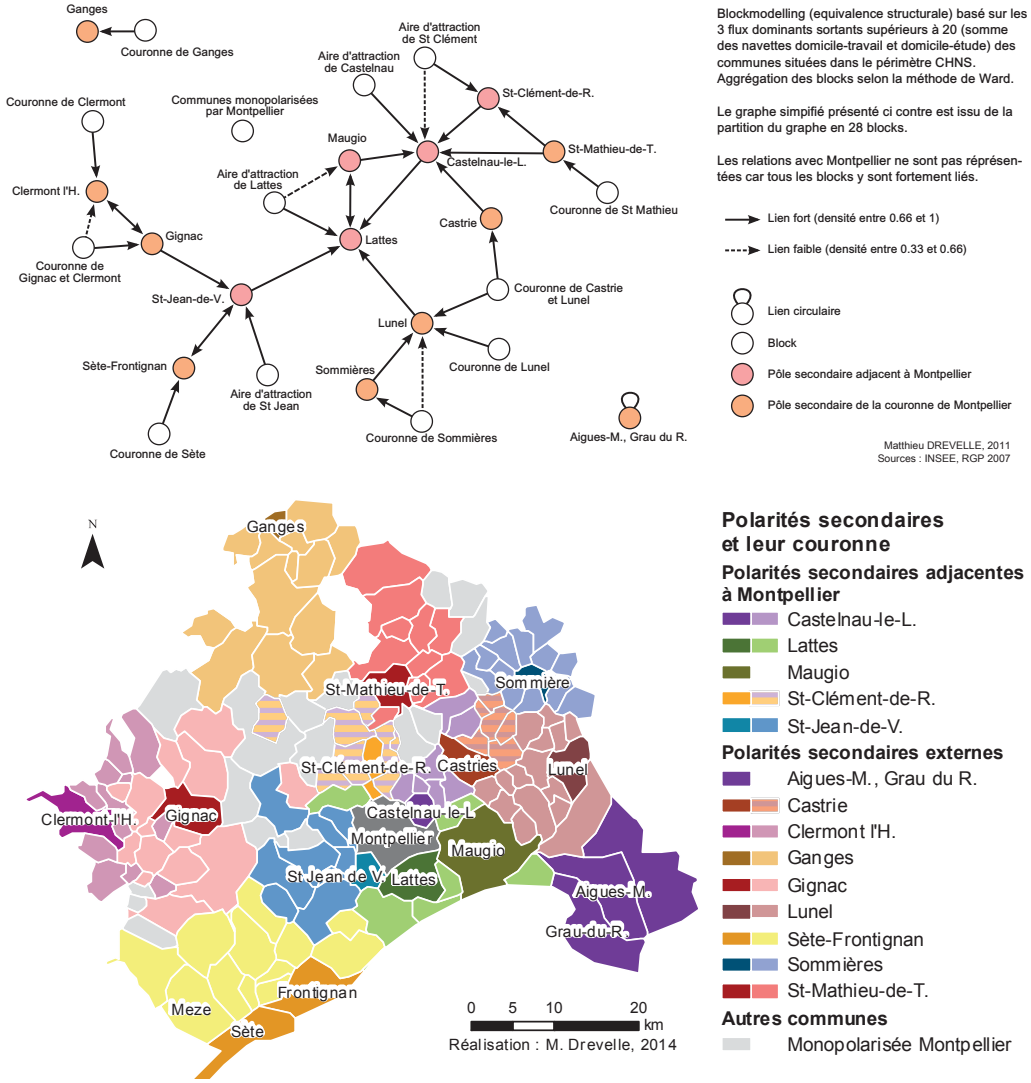
Structure des mobilités contraintes dans le périmètre d'étude

Notre analyse de potentiel CHNS prend en compte les navettes domicile-travail et domicile-étude (alors que l'analyse menée dans le chapitre 7 ne prend en compte que les navettes professionnelles). C'est pourquoi, en utilisant la même méthodologie, nous avons recalculé le *blockmmodeling* en prenant en compte les navettes professionnelles et scolaires et sur un territoire plus restreint (qui englobe au plus juste le réseau CHNS).

Les résultats de cette nouvelle analyse sont logiquement proches de ceux obtenus sur les navettes domicile-travail dans un rayon de 60 kilomètres autour de Montpellier (chapitre 6). Ainsi, le graphe simplifié des navettes domicile-travail/études dans le périmètre du CHNS et la carte des groupes de communes —ou blocks— (figure 9.8) sont très voisins des résultats la partition en 60 blocks du chapitre 6 (figures 7.11 p.258 et 7.12 p.258). L'analyse sur un périmètre plus restreint (159 communes dans le périmètre CHNS contre 501 communes dans le chapitre 6) permet de monter en précision dans l'analyse et ainsi de faire apparaitre de nouvelles polarités secondaires comme Sommières, Castries ou Saint-Clément-de-Rivière. Ainsi, cinq pôles secondaires adjacents à Montpellier et neuf pôles secondaires *périphériques*, avec leur aire d'influence associée, sont identifiés par l'analyse.

La partition du graphe en 28 blocks (28 groupes de communes) permet ainsi de confirmer la structure complexe des navettes domicile–travail et études dans l'aire d'influence de Montpellier, avec plusieurs systèmes urbains et des polarités multiples. Pour quasi-totalité des communes du périmètre, Montpellier est le premier (ou le second) pôle de destination des navettes, cependant la ville centre partage son attraction avec de nombreux pôles secondaires. On observe ainsi dans la proche périphérie de Montpellier des communes qui, en plus de leur lien avec la ville-centre, sont attirées par un ou deux pôles de la banlieue de Montpellier. Dans la moyenne ou lointaine banlieue, d'autres pôles, non adjacents à la ville-centre, concurrencent l'attraction montpelliéraine, formant autour d'eux de véritables couronnes d'*influence secondaire*. Par ailleurs, les polarités secondaires, qu'elles soient de banlieue ou *externe* entretiennent des liens entre elles. Les relations entre groupes de communes peuvent alors servir de base à la réflexion sur les lignes de rabattement et un réseau complémentaire.

FIGURE 9.8 – Structure des navettes domicile-travail et domicile-étude dans le périmètre CHNS



Principes d'organisation du réseau complémentaire

À partir des résultats de l'analyse par *blockmodeling* et de sa représentation spatiale, il est envisageable de proposer un schéma de principe sur l'organisation des lignes de rabattement pour le réseau CHNS de Montpellier. Nous avons pris le parti de garder, pour former le réseau structurant, l'ensemble des lignes CHNS (ou TER) identifiées précédemment et de proposer un réseau complémentaire ou de rabattement autour de ces axes structurants.

Nous avons identifié deux types de lignes pour le réseau complémentaire :

1. Des *lignes de feedering* dont l'objectif est de desservir les communes situées à l'écart des lignes principales. Ces lignes irriguent les couronnes des pôles périphériques en mettant en place un rabattement vers la polarité secondaire qui structure le territoire. Il ne s'agit donc pas de se rabattre au plus proche sur la ligne CHNS mais de permettre un trajet direct aux personnes souhaitant se rendre dans un pôle secondaire. Ces lignes n'ont pas forcement vocation à être des lignes régulières : les aires d'influence identifiées par le *blockmodeling* peuvent aussi préfigurer des zones de transport à la demande (TAD).
2. Des *lignes secondaires* créant une liaison entre deux branches du réseau CHNS. Ces lignes apportent une réponse aux relations entre pôles et aux logiques d'interdépendance entre les couronnes. Nous proposons de créer une ligne secondaire entre deux pôles lorsque ces derniers sont liés sur le graphe simplifié ou lorsque deux lignes de rabattement peuvent être regroupées en une seule ligne ayant un pôle à chacune de ses extrémités.

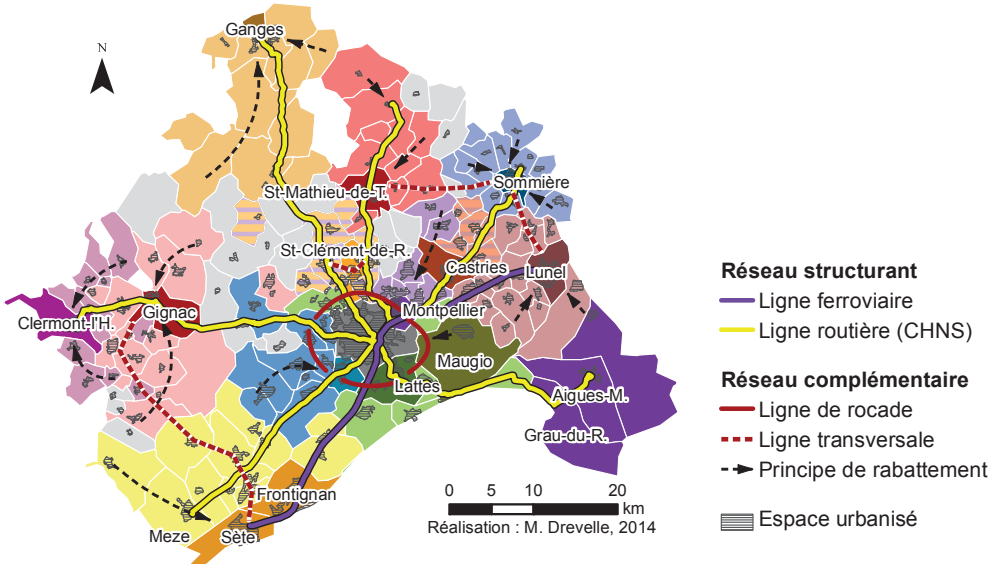
Proposition de réseau complémentaire CHNS de Montpellier

En tenant compte des principes d'organisation du réseau complémentaire exposés précédemment, il est possible de proposer plusieurs lignes complémentaires (voir figure 9.9).

Une *ligne de rocade en proche périphérie* permet de relier entre eux les pôles secondaires de banlieue qui ont des relations fortes les uns avec les autres. Outre les liaisons entre ces pôles, les correspondances organisées entre cette ligne de rocade et les branches du réseau structurant permettent d'améliorer les liens entre les pôles externes et les pôles de banlieue, notamment :

- entre Gignac et Saint-Jean-de-Védas,
- entre Sète et Saint-Jean-de-Védas,
- entre Lunel et Lattes,

FIGURE 9.9 – Proposition de réseau complémentaire aux lignes structurantes



– entre Saint-Mathieu-de-Tréviers et Saint-Clément-de-Rivière.

Cette ligne permet aussi de faciliter les relations entre les pôles de banlieue et leur aire d'influence.

D'autres *lignes transversales*, dont l'objectif est de relier entre eux des pôles de périphérie plus lointaine tout en desservant leurs couronnes respectives, peuvent être proposées. Elles permettraient notamment des relations :

– entre Sommières et Lattes
– entre Sommières et Saint-Mathieu-de-Tréviers
– entre Gignac et Sète (créant un maillage intéressant avec la ligne 1 qui dessert Saint-Jean de-Védas et une grande partie de la couronne sétoise),

Enfin, des *principes de rabattement* pour les zones non desservies par les lignes structurantes et complémentaires sont proposés. Leur exploitation pourra se faire en TAD ou avec une ligne régulière selon le potentiel de fréquentation.

Réflexion sur des variantes de tracé du réseau structurant et desserte du centre

Les apports du *blockmodeling* permettent aussi d'envisager des variantes de tracé des lignes structurantes pour les adapter aux lignes de désirs des habitants de la zone. Ces variantes de tracé peuvent être de deux natures :

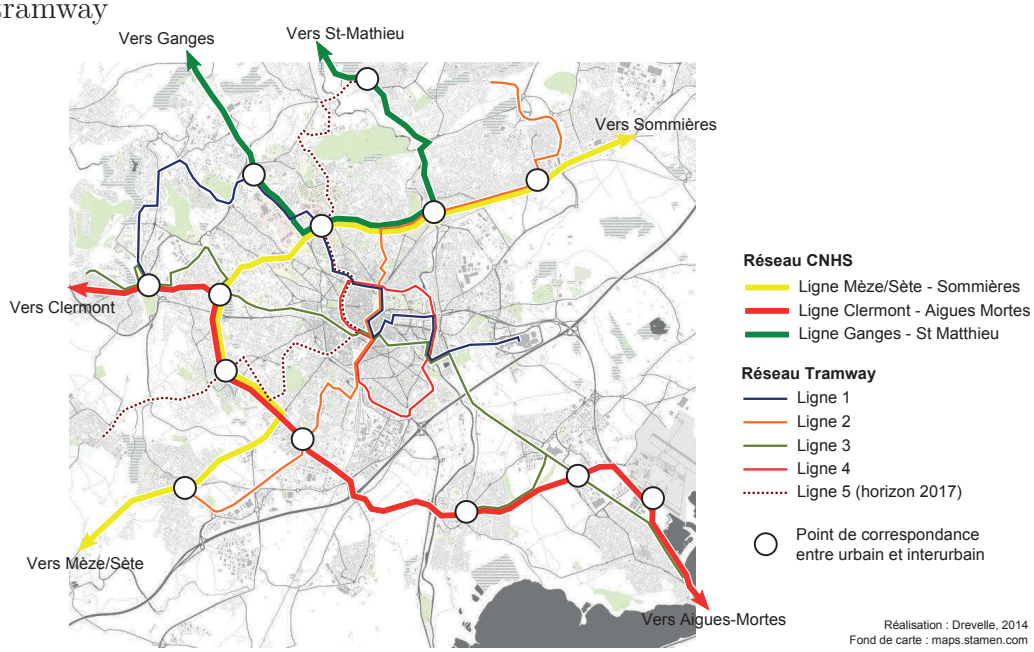
d'une part, elle peuvent concerner une modification du terminus (ou du tracé) de la ligne afin d'être plus en phase avec la demande de mobilité (comme par exemple un changement de terminus de la ligne 1 de Mèze vers Sète) ; d'autre part, elle peuvent concerner le desserte du cœur de l'agglomération en jouant sur l'articulation entre réseau urbain lourd (tramway ou TCSP) et réseau interurbain (comme nous le proposons dans le chapitre 8).

Le territoire de Montpellier est doté d'un réseau de tramway dense (composé de quatre lignes en 2014) ; faire arriver les lignes de cars interurbains dans l'hypercentre n'est peut-être pas la solution la plus souhaitable, notamment à cause du manque d'espace pour garer les véhicules dans l'hypercentre. Toutefois, nos analyses du chapitre 8 sur les modalités d'articulation entre réseaux urbains et interurbains ont aussi mis en évidence que l'articulation actuelle urbain/interurbain (terminus des lignes interurbaines au bout d'une ligne de tramway) est peu efficiente en matière correspondances imposées et d'accessibilité aux ressources situées en dehors de l'hypercentre. La desserte *en rocade*, qui relie plusieurs pôles péricentraux et coupe plusieurs lignes de tramway apparait en revanche comme une solution intéressante. C'est cette hypothèse que nous allons tester pour notre réseau directeur de CHNS.

Afin de réaliser cette desserte en rocade de l'agglomération montpelliéraine, nous avons pris le parti de diamétraliser les six branches de CHNS pour en faire trois lignes (voir figure 9.10) :

1. Les lignes 2 (vers Clermont) et 6 (vers Aigues-Mortes) sont regroupées et effectuent une desserte péricentrale de Montpellier par le Sud-Ouest. Cette desserte permet de faciliter l'accès à Saint-Jean-de-Védas depuis l'Ouest de la zone d'étude, crée un lien entre Saint-Jean-de-Védas et Lattes et améliore la desserte de Lattes. L'accessibilité au centre de Montpellier, et de manière générale au reste de l'agglomération, reste performante dans la mesure où la ligne offre quatre points de correspondance avec le tramway (ligne 1 et 3 à la Mosson, ligne 2 à la frontière entre Montpellier et Saint-Jean-de-Védas, ligne 3 à Lattes et Pérols).
2. Les lignes 1 (vers Mèze) et 5 (vers Sommières) sont fusionnées pour créer une diamétralement qui tangente Montpellier par l'Ouest et le Nord, reprenant le tracé de rocade proposé dans le chapitre 8. Cette diamétrale offre des correspondances intéressantes avec le réseau de tramway : ligne 1 à Saint-Eloi, ligne 2 à Saint-Jean-de-Védas et Castelnau-le-Lez, ligne 3 à Tonnelles. Cela permet notamment d'améliorer la desserte des centres universitaires et du CHU depuis le Sud-Ouest et le Nord-Est du périmètre d'étude.

FIGURE 9.10 – Proposition d'articulation entre le réseau CHNS et le réseau tramway



3. Enfin, les lignes 3 (vers Ganges) et 4 (vers Saint-Mathieu) sont elles aussi regroupées en une seule ligne. Cette nouvelle ligne n'est pas à proprement parler une diamétrale puisqu'elle ne dessert que le nord de l'agglomération de Montpellier. Toutefois les correspondances avec les lignes 1 et 2 du tramway permettent un bon accès au centre de Montpellier, aux centres universitaires, au CHU et à la commune de Castelnau-le-Lez (la ligne desservant de nombreuses communes dont les actifs sont en partie polarisés par Castelnau).

Ces propositions sont bien évidemment avancées à titre de pistes de réflexion, leur mise en place nécessiterait des études approfondies (notamment la définition de services partiels en heure de pointe pour faire face au déséquilibre de charge de certaines branches), études complémentaires qui sortent du cadre de notre travail de recherche. Rappelons-le, l'objet cette la thèse n'est pas d'être un manuel de la restructuration des réseaux interurbains. Notre travail vise à faire prendre conscience du potentiel des infrastructures routières comme support d'un transport périurbain performant et de pointer l'influence majeure des politiques d'aménagement sur l'importance de ce potentiel.

9.4 Évaluation du potentiel du CHNS à Montpellier actuellement et à horizon 2040

9.4.1 Trois scénarios de répartition des nouveaux habitants à horizon 2040

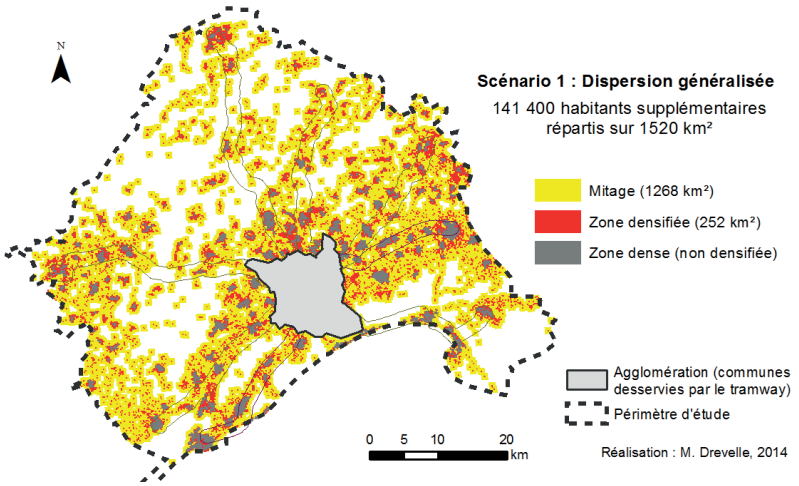
Afin d'évaluer la croissance démographique sur notre périmètre d'étude, nous nous sommes appuyés sur les projections de l'Insee pour la région Languedoc-Roussillon à horizon 2040 (Audric, 2010). Notre périmètre d'étude étant dans sa quasi-totalité situé dans le département de l'Hérault, nous avons utilisé le scénario central d'évolution de la population pour le département, à savoir une évolution annuelle moyenne de 0,7 % de la population entre 2007 et 2040. Cela conduit à estimer à un peu plus de 200 000 le nombre de nouveaux habitants dans le périmètre en 2040. La population de la zone d'étude passerait donc de 735 000 habitant en 2007 à un peu moins de 940 000 en 2040. Pour répartir ces nouveaux habitants sur le territoire, nous avons pris une hypothèse unique d'évolution de la population dans la *zone tramway* (les communes de l'agglomération desservies par le tramway) et trois scénarios contrastés de répartition de la population dans le reste du périmètre d'étude.

Évolution de la population dans la *zone tramway*

L'enjeu de notre réflexion autour du CHNS portant essentiellement sur la desserte des territoires qui ne bénéficient pas du réseau lourd de transport urbain, nous n'avons pas établi de scénarios différents en ce qui concerne l'évolution de la population au sein de ce que nous appelons la *zone tramway* (zone auquel le terme *agglomération* renvoie dans cette partie). À partir des projections démographiques de l'Insee sur la communauté d'agglomération de Montpellier (Audric, 2012), nous avons estimé la croissance démographique de la *zone tramway* à 0,7 % par an jusqu'en 2020 et 0,5 % par an jusque 2040 (ce qui correspond aux taux de croissance du scénario central de l'Insee). Cette croissance représente environ 60 600 habitants supplémentaires entre 2007 et 2040, soit 30 % de la croissance démographique de la période. Entre 2007 et 2040, le poids démographique de la *zone tramway* au sein du périmètre d'étude diminue légèrement : elle représente 39 % de la population en 2007 contre 37 % en 2040.

La répartition des nouveaux habitants dans l'agglomération influe peu sur nos résultats, nous l'avons donc considérée comme homogène spatialement.

FIGURE 9.11 – Localisation des gains de population dans le scénario 1 : dispersion généralisées



L'intérêt de l'exercice de projection réside surtout dans les scénarios de répartition de la population dans la périphérie.

Scénario 1 : Dispersion généralisée de la population

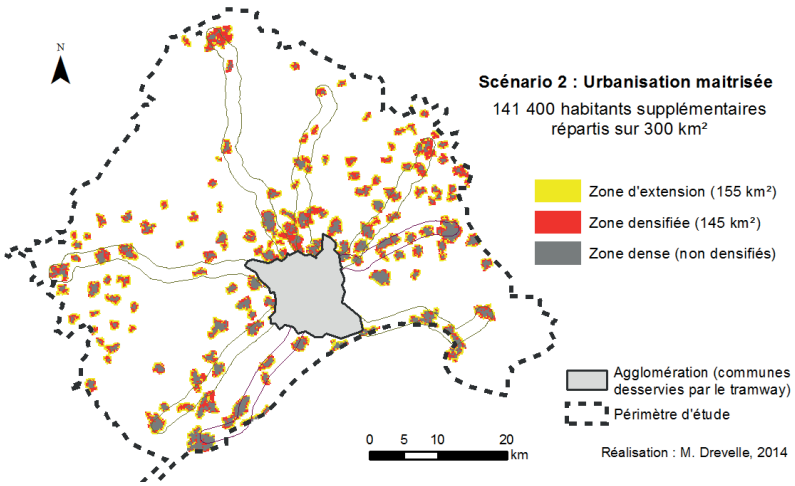
Le premier scénario de répartition de la population en dehors de l'agglomération s'appuie sur une hypothèse de processus de dispersion généralisée de la population. Cette hypothèse réfère aux résultats des chapitres 5 et 6 qui démontrent l'impact important de la dispersion de l'habitat et des faibles densités sur les coûts de desserte des couronnes périurbaines.

Dans ce scénario, les 141 000 habitants supplémentaires de la zone d'étude (hors agglomération) sont répartis de manière homogène, sur la base du carroyage de population de l'Insee à 200 mètres [6], selon les règles suivantes :

- Les carreaux ayant une densité supérieure à 1000 hab./km^2 sont considérés comme des *zones denses* et ne gagnent pas d'habitant ;
- Les carreaux peuplés ayant une densité inférieur à 1000 hab./km^2 gagnent de la population, ce sont les *zones densifiées* ;
- Les extensions urbaines s'appuient sur toutes les zones déjà peuplées en 2007 et prennent la forme d'un *mitage* important : la portée de ces extensions est fixée à 400 mètres (soit deux carreaux).

6. La remise en ligne des données carroyées de population dans un carroyage de 200 mètres de côté durant la rédaction de la thèse nous permet d'utiliser ici un carroyage plus précis que celui de 1 kilomètre de côté, utilisé dans les chapitres 5 et 6 de la thèse.

FIGURE 9.12 – Localisation des gains de population dans le scénario 2 : urbanisation maîtrisée



Au total, dans ce scénario, 38 000 carreaux (hors *zone tramway*) sont identifiés pour accueillir l'essor démographique et reçoivent 3,7 habitants supplémentaires par carreau (soit une hausse de densité inférieure à 1 habitant par hectare). Ce scénario entraine donc une très forte dispersion de la population sur le territoire, sans renforcer les polarités existantes (voir figure 9.11).

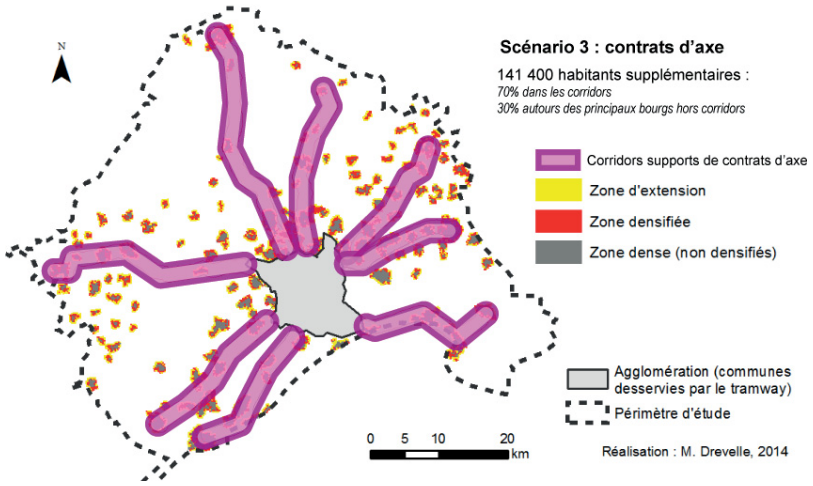
Scénario 2 : Urbanisation maitrisée

Le second scénario de répartition de la population en dehors de l'agglomération s'appuie sur une hypothèse d'urbanisation maitrisée autour des bourgs déjà constitués. Cette hypothèse réfère elle aussi aux résultats des chapitres 5 et 6 où il a été mis en évidence que les coûts de desserte des couronnes tendent à être plus faibles lorsque les ilots sont compacts et relativement importants. Cette hypothèse se veut en accord avec les « valeurs » du SCoT de Montpellier Agglo : « maîtriser le capital nature, promouvoir une ville des proximités, intensifier le développement, économiser l'espace » (Montpellier-Agglomération, 2006)

Dans ce scénario, les 141 000 habitants supplémentaires de la zone d'étude (hors agglomération) sont répartis selon les règles suivantes :

- Les carreaux ayant une densité supérieure à 1000 hab./km^2 sont considérés comme des *zones denses* et ne gagnent pas d'habitant ;
- Les carreaux peuplés appartenant aux ilots d'une superficie supérieure à 25 ha et ayant une densité inférieure à 1000 hab./km^2 gagnent de la

FIGURE 9.13 – Localisation des gains de population dans le scénario 3 : contrats d'axe périurbains



population, ce sont les *zones densifiées* ;
- Les *extensions* urbaines ne sont réalisées qu'autour des bourgs de plus de 25 ha (identifiés par Corine Land Cover) : la portée de ces extensions est fixée à 200 mètres (soit un carreau).

Ce scénario entraine une urbanisation beaucoup plus compacte que le scénario 1 (les zones d'extension y sont 8,2 fois moins importantes). Il permet de renforcer les polarités existantes, sans pour autant imposer de fortes densités aux nouveaux habitants. En effet, chaque carreau identifié pour être le support de la croissance de la population gagne 19 habitants (soit une hausse de densité de l'ordre de 5 habitants par hectare) (voir figure 9.12).

Scénario 3 : Contrats d'axe périurbains

Le troisième scénario s'appuie sur une hypothèse volontariste de mise en place de contrats d'axe périurbains autour du réseau structurant de CHNS. Cette hypothèse renvoie au schéma classique européen d'urbanisation en doigts de gant, réinvesti par les acteurs de la ville dans la notion de coordination urbanisme/transport.

Dans ce scénario, les 141 000 habitants supplémentaires de la zone d'étude (hors agglomération) sont répartis selon les règles suivantes :
- 70 % se localisent dans les corridors (soit environ 99 000 habitants supplémentaires dans les corridors) et les 30 % restant (soit environ 42 000 habitants) sont localisés dans les bourgs de plus de 25 ha.

– Les bourgs des corridors sont densifiés (seules les zones ayant une densité supérieure à 3000 hab/km^2 ne gagnent pas d'habitant). À l'extérieur des corridors, les zones ayant une densité supérieure à 1000 hab/km^2 ne gagnent pas d'habitant.
– Les extensions urbaines ne sont réalisées que dans les corridors ou autour des bourgs de plus de 25 ha (identifiés par Corine Land Cover) : la portée de ces extensions est fixée à 200 mètres.

Ce scénario entraine une urbanisation linéaire autour des principaux axes et compacte en dehors des corridors. Il a pour objectif de renforcer le potentiel des corridors tout en permettant de renforcer les polarités existantes (voir figure 9.13).

9.4.2 Un réseau interurbain à fort potentiel s'il est articulé avec les politiques d'urbanisation

Trois scénarios aux résultats contrastés

L'analyse des résultats des différents scénarios de répartition de la population à horizon 2040 montre l'impact des logiques d'urbanisation sur le potentiel futur des transports collectifs à haut niveau de service dans les espaces périphériques (tableau 9.5). Dans un scénario de dispersion forte de la population, la population située à proximité immédiate d'une ligne à haut niveau de service n'augmenterait que d'environ 30 000 personnes (soit une croissance de 15 % du nombre d'habitants) tandis que plus de 110 000 nouveaux habitants s'installeraient en dehors des corridors CHNS (soit + 49 %). De plus, compte tenu du mitage important dans ce scénario (figure 9.11, p.328), la forte proportion de nouveaux habitants hors corridors peut difficilement être compensée par le renforcement de réseau secondaire ou de rabattement. À moins de mettre en place un service de transport à la demande très performant (et donc couteux et complexe à exploiter), le scénario *dispersion* laisse présager une augmentation de la part modale de l'automobile dans la zone d'étude (bien qu'à l'échelle des corridors on peut envisager une hausse de fréquentation des CHNS située dans l'ordre de grandeur de la croissance de la population, soit environ 15 %).

Dans le scénario *urbanisation maitrisée*, la répartition des nouveaux habitants entre corridors et zones hors corridors est plus équilibrée. La population située dans un rayon d'un kilomètre autour des lignes augmenterait environ 53 000 personnes (+ 24 %, soit une croissance proche de celle de l'ensemble de la zone d'étude qui est de 27,5 %) ; la population hors corridors augmenterait d'environ 89 000 nouveaux habitants (+ 39 %). La logique de maitrise de

Tableau 9.5 – Population supplémentaire entre 2007 et 2040 selon les scénarios

	Dispersion	Maitrisé	Contrat d'axe
Zone Tramway	60 600	60 600	60 600
Corridors CHNS	29 600	52 800	99 000
Hors corridors	111 800	88 600	42 400
Total	202 000		

Tableau 9.6 – Répartition des habitants supplémentaires entre 2007 et 2040 dans les différents corridors CHNS selon les scénarios

	Dispersion		Maitrisé		Contrat d'axe
	hab. suppl.	en %	hab. suppl.	en %	
Ligne 1	4 136	17 %	5 877	24 %	
Ligne 2	4 902	24 %	6 785	33 %	+ 99 000 hab.
Ligne 3	4 627	23 %	8 259	41 %	soit
Ligne 4	4 147	22 %	7 881	42 %	+ 45 %
Ligne 5	3 589	16 %	8 731	39 %	
Ligne 6	2 101	8 %	5 254	20 %	(à répartir
Ligne A	3 307	7 %	4 725	10 %	entre les
Ligne B	2 804	7 %	5 254	13 %	lignes)
Total	*29 613*	*14 %*	*52 766*	*24 %*	

l'étalement urbain, qui prévaut dans ce scénario, permet de contenir l'urbanisation hors corridors autour d'un nombre limité d'ilots déjà constitués (figure 9.12, p.329). Cela favorise l'organisation des lignes du réseau secondaire et de rabattement, les nouveaux habitants s'installant dans des zones ayant déjà un certain poids démographique. Le scénario *urbanisation maitrisée* semble donc assez favorable aux transports en commun qui pourraient voir leur fréquentation augmenter grâce à l'effet combiné de la croissance de la population dans les corridors et de l'amélioration du potentiel des lignes secondaires et de rabattement.

Dans le scénario *contrat d'axe*, la croissance démographique est clairement orientée dans les corridors, qui gagnent 99 000 habitants (+ 45 %), au détriment des zone hors corridors, qui ne gagnent que 42 000 nouveaux habitants (+ 18 %). Cette concentration de la population nouvelle autour des axes structurants de transport en commun constitue un levier de croissance significatif pour le CHNS. De plus, l'urbanisation hors corridors se faisant selon les règles de l'*urbanisation maitrisée*, les lignes secondaires et de rabattement peuvent être concentrées sur les principaux ilots tout en garantissant la desserte d'une

part importante de la population hors corridors. Sans prétendre à offrir des alternatives à la voiture pour l'ensemble des mobilités, le scénario *contrat d'axe* semble pertinent pour modérer l'usage de l'automobile pour certains trajets — ceux qui s'inscrivent dans les espaces densifiés — au profit des transports publics.

De l'intérêt du contrat d'axe pour *équilibrer* les réseaux interurbains

La prise en compte de l'intérêt de l'articulation entre urbanisation et réseau de transport est importante dans la mesure où elle constitue une première étape vers une vision intégrée de planification de la ville favorisant les mobilités alternatives à la voiture. Contrairement aux scénarios 1 et 2 où les droits à construire sont attribués à chaque commune proportionnellement à la surface déclarée constructible par les critères des scénarios, dans le scénario *contrat d'axe*, ces droits sont le fruit d'une négociation. Les permis de construire nécessaires à l'accueil des 99 000 habitants supplémentaires peuvent ainsi être attribués selon un objectif d'optimisation du transport public interurbain, par exemple :

- Conditionner la création d'une ligne CHNS (ou l'amélioration d'une ligne existante vers le CHNS) à l'ouverture à l'urbanisation de terrain situés dans le corridor desservi. Cela permet d'augmenter le potentiel de voyageurs des transports publics.
- Dans le cadre d'un réseau diamétralisé, favoriser l'urbanisation d'un rayon par rapport à l'autre afin d'équilibrer la charge entre les deux parties de la ligne.
- Concentrer l'urbanisation autour des axes bénéficiant d'aménagements permettant aux cars d'éviter la congestion.

9.5 Conclusion : Un dialogue nécessaire entre acteurs de la ville pour favoriser l'émergence du haut niveau de service périurbain

Malgré l'hégémonie de l'automobile, les espaces périurbains d'entre deux apparaissent comme des territoires à enjeux pour les transports publics, posant la question de l'adéquation nécessaire entre lignes de transport en commun et des désirs de mobilité des habitants. La faible part modale des transports publics dans ces espaces peut s'expliquer en partie par un niveau de service relativement faible, c'est pourquoi nous avons proposé des normes pour un transport périurbain à haut niveau de service.

Outre les questions d'exploitation et de matériel roulant, le haut niveau de service interurbain est confronté à des problèmes de nature territoriale : frontière entre les périmètres des différentes AOT, tracé des lignes peu direct, modalités de desserte de l'agglomération... Au risque de paraître trivial, prenons le temps de rappeler que la pertinence et l'utilité du transport public dépend de sa capacité à relier efficacement les zones d'habitat aux différentes ressources urbaines. La question territoriale est donc primordiale et chaque ligne interurbaine ou périurbaine doit être pensée en trois étapes : Comment desservir au mieux les ilots d'habitation ? Quel tracé et quels aménagements mettre en place pour être efficace face à l'automobile ? Comment desservir la partie agglomérée pour optimiser l'accessibilité et la desserte des ressources urbaines ?

L'analyse autour Montpellier réalisée dans ce chapitre, mais aussi celle sur Angers réalisée pour le compte de Transdev (Drevelle, 2012a), montrent que le CHNS semble avoir un réel potentiel en France. Le concept de CHNS pourrait préfigurer la mise en place de RER routiers dans les grandes agglomérations de province qui n'ont pas d'étoile ferroviaire. Dans les très grandes agglomérations, le CHNS pourrait être un complément au ferroviaire, par exemple pour créer des liaisons entre les branches ferroviaires.

Le potentiel d'un réseau CHNS est lié aux dynamiques démographiques du territoire. Le développement des transports périurbains à haut niveau de service doit donc être coordonné avec une planification urbaine qui favorise l'installation d'habitants et d'activités dans les corridors desservis ou dans l'agglomération. Les contrats d'axes semblent être à même de répondre à ces attentes en contractualisant des objectifs de desserte en transport et de livrai-

son de logements sur un axe, cependant le SCOT doit aussi être mobilité pour maitriser l'urbanisation en dehors des corridors de transport.

Le haut niveau de service périurbain n'est pas une utopie mais il nécessite une vision intégrée des enjeux urbains. La coordination urbanisme/transport nécessite un dialogue permanent entre les différents acteurs du territoire (élus, technicien, transporteurs, promoteurs, habitants, acteurs économiques...). C'est pourquoi il nous semble important qu'une forte diversité d'acteurs soit investie dans les démarches de planification (SCOT, PDU, PLU, PLH...). L'implication en amont d'acteurs non institutionnels peut permettre une meilleure appropriation des objectifs urbains par tous les acteurs du territoire, la facilitation de leur transposition dans des documents contractuels (délégation de service public de transport, règlement de ZAC, contrat d'axe...) et donc l'émergence de projets intégrés pour les faibles densités répondant aux enjeux de durabilité, d'accessibilité aux ressources et de concertation.

Conclusion générale

Ce travail de recherche a émergé de l'influence croisée de trois axes de réflexion : l'évaluation de la desservabilité des territoires périurbains en fonction de leur morphologie (portée par le projet PREDIT), la recherche de potentiel pour l'émergence d'un transport public périurbain à haut niveau de service (engagée par la société Transamo et le groupe Transdev) et l'enjeu pour la recherche universitaire d'approfondir la connaissance des mobilités et des structures spatiales dans les espaces de faible densité. Ces trois influences, dont le point commun est de questionner la relation entre réseaux de transport et territoire (entendu comme un espace physique et un support de pratiques), ont façonné une recherche couvrant différents champs d'analyse : de la morphologie périurbaine aux documents de planification, de l'efficacité des réseaux à la structuration des territoires par la mobilité.

Le travail de thèse, mené pendant trois ans, n'a cependant jamais eu vocation à répondre à l'ensemble des questions soulevées par la relation entre réseaux de transport en commun et territoire. Le sujet est riche et la présente contribution doit davantage être perçue comme l'ouverture d'une réflexion que sa clôture. En effet, si la recherche apporte un nombre important d'éclairages et d'enseignements, elle pose aussi de nombreuses questions qui sont autant de pistes d'approfondissement du travail réalisé.

Principaux enseignements

Le problématique principale de cette recherche peut se résumer à la question suivante : dans quelle mesure les possibilités de desserte des espaces périurbains par les transports collectifs se heurtent-elles aux réalités territoriales ? La réponse à cette problématique s'est alors organisée autour de deux hypothèses :

1. La diversité géographique des espaces périurbains influe sur leurs conditions de desserte.
2. Les territoires institutionnels actuels sont peu adaptés pour répondre à des pratiques de mobilité complexes

De ce questionnement, et des travaux menés pour y répondre, émergent plusieurs enseignements qui peuvent apporter des pistes de réflexions tant pour la recherche universitaire que pour les acteurs opérationnels (collectivités et transporteurs). Si certains des résultats ne sont pas nouveaux ou inattendus, notre méthodologie permet de chiffrer ces intuitions ou assertions antérieures. La thèse aspire en effet à offrir une base de discussion sérieuse pour le débat scientifique et pour les politiques.

Les périurbains, des espaces variées répondant à une logique spatiale

L'étude de l'organisation spatiale des espaces périurbains en France (selon trois critères : intensité, portée, concentration) a permis nuancer l'image de la périurbanisation comme étant un phénomène totalement standardisé et déconnecté de la géographie. Il existerait une logique périurbaine statistiquement modélisable, en lien avec les populations des agglomérations. L'intensité relative du phénomène périurbain est plus forte dans les petites agglomérations que dans les plus grandes et les actifs périurbains y seraient répartis plus également entre les différentes communes de la couronne. Toutefois, les navettes domicile–travail des périurbains sont plus longues dans les grandes agglomérations. Pour une même taille d'agglomération, il peut exister des différences dans les structures périurbaines qui suivent des logiques régionales. Par exemple, à taille égale de l'agglomération, l'intensité de la périurbanisation est plus importante dans le nord-ouest de la France, en Alsace-Lorraine et autour du Rhône.

Dans un second temps, en partant d'une idée simple, différencier les couronnes périurbaines par leur morphologie et leur granulométrie, nous avons mis en évidence une véritable géographie de l'organisation périurbaine en France. L'utilisation d'indicateurs de reconnaissance de forme sur les ilots d'une centaine de couronnes périurbaines a permis de quantifier le nombre et la proportion de périurbains résidant dans chacun des grands types morphologiques. Ainsi, la moitié des périurbains vivent dans des organisations satellitaires et environ un tiers dans des organisations réticulaires. Le mitage, quant à lui, est loin d'être un phénomène anecdotique puisqu'il concentre 15% de la population périurbaine. En affinant l'analyse par couronne, nous avons réalisé une typologie des couronnes périurbaines mettant en évidence des organisations claires à l'échelle nationale. À une moitié nord et une côte méditerranéenne entre Montpellier et Perpignan plutôt satellitaire s'oppose un Sud-ouest plutôt dispersé. Les formes réticulaires semblent quant à elles plus présentes à proximité des grands fleuves. L'analyse granulométrique a permis de révéler

des oppositions entre le périurbain du Nord-est du pays, plutôt composé de petites unités de peuplement et celui du Sud-ouest favorisant les grands ilots.

La desservabilité des territoires périurbains est influencée par leur morphologie et par la forme des réseaux

Le croisement du type morphologique ou granulométrique des couronnes périurbaines avec le coût de desserte de l'ensemble de leurs habitants par différents réseaux théoriques a mis en évidence l'impact de la forme périurbaine sur la desservabilité des couronnes. L'utilisation de réseaux théoriques (aux règles identiques pour chaque couronne) a permis de comparer la desservabilité des couronnes sur des critères équivalents. De manière générale, plus une couronne est dense, moins sa desserte est couteuse ; à l'inverse, une forte dispersion de la périurbanisation ou une granulométrie avec de petits îlots tend à augmenter les coûts de desserte. La densité n'est donc pas l'unique variable d'ajustement pour des mobilités plus durables, la forme de la couronne et de ses îlots doivent aussi être prise en compte.

Les caractéristiques des différents réseaux théoriques testés ont aussi un impact sur la desservabilité des territoires. Il est cependant difficile d'identifier la forme de réseau la plus adaptée à la desserte des faibles densités. En effet, les réseaux théoriques testés (pensés selon un principe monocentrique d'accessibilité au centre de l'agglomération) apparaissent comme simples — voir simplistes — face à la complexité et à la diversité des réalités locales. Ainsi une approche dogmatique, appliquant automatiquement des principes de desserte sans tenir compte des spécificités locales, parait inadaptée. On peut cependant noter un certain nombre de points qui vont dans le sens d'une meilleure desservabilité des couronnes périurbaines : un réseau hiérarchisé et facilitant les rabattements modes doux vers les stations, associée à des politiques de lutte contre le mitage et une réelle volonté d'articuler urbanisme et réseau.

Des mobilités plus complexes qu'il n'y parait : proximité, interdépendance et multipolarisation des territoires

Loin de la vision réductrice des navettes domiciles–travail entre couronne et agglomération, l'analyse des mobilités des habitants du périurbain (pour le travail mais aussi pour les autres motifs) montre que les mobilités des périurbains sont tout aussi complexes que celles des urbains. Ces mobilités allient relations de proximité, relations métropolitaines et interdépendance des différents sous-espaces de l'aire urbaine en fonction des motifs de déplacement. Les

logiques de multipolarisation de l'emploi, mises en évidence par l'utilisation du *blockmodeling*, prouvent également que relier uniquement la périphérie au centre ne suffit pas. Les réseaux doivent donc être adaptés pour prendre en compte la réalité des mobilités périurbaines :

- L'importance de relations de proximité, surtout pour les motifs courants (accompagnent, petits achats...) ;
- La spécialisation relative des différents espaces selon le motif de déplacement (banlieue pour les achats en centres commerciaux, ville-centre pour le travail ou les spectacles, espace rural pour les vacances) ;
- L'existence de logique de multipolarisation des couronnes avec des pôles secondaires de plus en plus autonomes à mesure qu'on s'éloigne de la ville-centre.

Ce constat invite à penser la notion de transport en commun dans les territoires de faible densité non plus seulement en termes de desserte mais davantage en termes d'accessibilité aux différentes ressources. Ces ressources n'étant pas toutes situées dans l'hypercentre, l'articulation des échelles et des réseaux apparait alors comme un élément clé pour offrir des solutions de mobilité alternatives à l'automobile.

Des frontières de compétences difficiles à dépasser

L'accessibilité aux ressources urbaine depuis les territoires de faible densité est confrontée à l'imperméabilité des périmètres de compétence entre AOT. Malgré l'émergence des syndicats mixtes SRU, la généralisation progressive des titres combinés ou le développment de nombreuses plateformes multimodales d'information voyageur, l'articulation entre les échelles de mobilités et entre les réseaux reste difficile.

La problématique des déplacements de proximité (et donc par définition internes au périmètre administratif) est bien prise en compte dans les documents de planification. Le traitement des interfaces entre les territoires de planification (les SCOT) et l'articulation entre les échelles de réseaux de transports en commun fait quant à elle l'objet de traitement différenciés. Si certains territoires assument leur position périphérique ou l'interdépendance métropolitaine — et cherchent à favoriser des solutions durables pour répondre aux mobilités de plus longue distance —, d'autres mettent en place une forme de *protectionnisme territorial* par les réseaux de transport collectifs. Voulant éviter un affaiblissement ou une banalisation de leur territoire, ces territoires relativisent dans leur projet d'aménagement l'importance de liaisons en transports collectifs efficaces avec l'agglomération principale — alors même qu'il s'agit de

déplacements structurants. Ce constat appelle à penser la mobilité sur des territoires plus larges (dans une perspective métropolitaine) avec, pourquoi pas, le département ou la région en chef d'orchestre.

Trouver le périmètre pertinent ne garantit pas l'effacement des frontières entre les différents réseaux. Y compris au sein des syndicats mixtes SRU, les interfaces entre le transport interurbain et le transport urbain sont perfectibles. Les logiques de rabattement des lignes en périphérie et les correspondances forcées sont autant de barrières qui se dressent pour les voyageurs résidant en dehors des PTU. Ces rugosités dans le déplacement peuvent cependant être atténuées par une articulation réfléchie entre les lignes interurbaines routières et le réseau de TCSP urbain : mutualisation de l'infrastructure, desserte en rocade, tramway périurbain...

Un potentiel pour le transport périurbain à haut niveau de service

Malgré l'hégémonie de l'automobile, les espaces périurbains apparaissent comme des territoires à enjeux pour les transports publics. La faible part modale des transports publics dans ces espaces peut s'expliquer en partie par un niveau de service relativement faible ou des lignes mal adaptées aux besoins de mobilité. Dans ce contexte, et à partir de l'observations de bonnes pratiques, nous avons proposé des normes (fréquence, matériel roulant, services embarqués...) pour un transport périurbain à haut niveau de service : le car à haut niveau de service (CHNS).

Outre ces questions techniques, le haut niveau de service interurbain est confronté à des problèmes de nature territoriale. Au risque de paraître trivial, prenons le temps de rappeler que la pertinence et l'utilité du transport public dépend de sa capacité à relier efficacement les zones d'habitat aux différentes ressources urbaines. Chaque ligne interurbaine ou périurbaine doit donc être pensée en trois étapes : Comment desservir au mieux les ilots d'habitation ? Quel tracé et quels aménagements mettre en place pour être efficace face à l'automobile ? Comment desservir la partie agglomérée pour optimiser l'accessibilité et la desserte des ressources urbaines ?

Se nourrissant des résultats de la thèse, nos réflexions sur le CHNS et l'analyse sur le cas montpelliérain apportent des réponses à ces questions. Elles montrent aussi que le CHNS semble avoir un réel potentiel en France. Le concept de CHNS pourrait préfigurer la mise en place de RER routiers dans les grandes agglomérations de province qui n'ont pas d'étoile ferroviaire. Dans les très grandes agglomérations, le CHNS pourrait être un complément au ferroviaire, par exemple pour créer des liaisons entre les branches ferroviaires. Le

développement des transports périurbains à haut niveau de service doit cependant être coordonné avec une planification urbaine qui favorise l'installation d'habitants et d'activités dans les corridors desservis ou dans l'agglomération. Il s'agit là d'une condition nécessaire pour la viabilité des lignes de CHNS. Des contrats d'axes routiers semblent être à même de répondre à ces attentes en contractualisant des objectifs de desserte en transport et de livraison de logements sur un axe, cependant le SCOT doit aussi être mobilisé pour maitriser l'urbanisation en dehors des corridors de transport.

Perspectives de poursuite des travaux de thèse

En ce focalisant sur l'aspect territorial du lien entre réseaux et territoires, les résultats de la recherche soulèvent de nombreux points qui sont autant de pistes de poursuite des travaux de recherche. Ces axes à explorer concernent d'une part l'offre de transport à mettre en œuvre sur les réseaux périurbains construits au cours de notre recherche et le potentiel de voyageurs sur ces réseaux ; d'autre part, l'analyse des jeux d'acteurs apporterait des éléments importants sur la perméabilité plus ou moins fortes des frontières de compétences.

Les réseaux théoriques élaborés dans cette recherche, bien que hiérarchisés, ne sont évalués qu'en termes de longueur de ligne rapportée à la population desservie. La conception d'une offre de transport sur ces réseaux (en lien avec la catégorie de ligne et la population desservie) permettrait de mesurer le coût *réel* pour la collectivité des différentes solutions. Par ailleurs, l'affectation des mobilités observées sur les réseaux théoriques (en prenant en compte la pénibilité des correspondances et l'articulation avec le réseau urbain) renseignerait sur la part des déplacements périurbains réalisables en transport collectifs et, plus intéressant, la part des déplacements où les transports collectifs sont une alternative crédible à l'automobile. Cette confrontation des coûts *réels* et des bénéfices attendus constituerait alors un outil d'aide à la décision plus précis pour identifier les actions à mener prioritairement.

Si les difficultés liées à une faible perméabilité des périmètres de compétence sont clairement identifiées dans notre travail, nos analyses territoriales et prospectives ont été réalisées en considérant que ces frontières peuvent être totalement effacée. Une analyse des jeux d'acteurs, en réalisant des entretiens qualitatifs avec les acteurs des transports urbains et interurbains (politiques, techniciens, transporteurs, uagers...), permettrait de mieux comprendre les logiques à l'œuvre. La création d'un jeu de rôle sur la base de nos résultats éclaireraient sur la faisabilité des solutions proposées et apporterait des clefs

de compréhension importantes pour adapter les réseaux théoriques (qui par nature sont relativement désincarnés) aux réalités locales.

Desservir les faibles densités par le transport collectif routier : des réseaux aux prises avec le territoire ?

Répondre en quelques lignes au titre de la thèse n'est pas un exercice évident : les ressorts de l'articulation entre réseaux et territoires sont complexes et les analyses quantitatives menées tout au long de la thèse ne dispensent pas de faire preuve de prudence et de nuance dans la conclusion de ce travail. L'analyse de la desservabilité des espaces de faible densité semble attester une certaine forme de confrontation entre réseaux et territoires, confrontation qui s'observe tant au niveau spatial qu'au niveau des pratiques.

Tous les territoires ne sont pas égaux face à la question de la desserte par les transports en commun. Les différentes modalités d'urbanisation des couronnes périurbaines ont en effet un impact important sur la longueur de réseau nécessaire pour desservir le territoire ; les territoires peu denses ou avec un important mitage périurbain apparaissent peu adaptés aux transports collectifs. La complexité des mobilités des habitants périurbains bouleverse le schéma classique centre–périphérie et appelle à une réorganisation et une articulation des réseaux prenant en compte la multipolarisation des territoires et les différentes échelles de mobilité. Cette nécessité est toutefois confrontée à l'imperméabilité des périmètres de compétence ou aux postures politiques qui ne favorisent pas la fluidité des mobilités en transports collectifs.

Puisque, dans les faibles densités, les réseaux de transports collectifs semblent effectivement aux prises avec le territoire, pourquoi s'intéresser à leur capacité à être desservis par un transport public ? L'automobile y apparait en effet comme un mode pertinent. Les transports en commun répondent cependant à certains enjeux — écologiques et sociaux — qui justifient ces réflexions. Enjeux écologiques puisqu'un transport public adapté à la demande et bénéficiant de technologies *propres* répond davantage aux enjeux de réduction d'émissions de polluants et de réduction de la congestion que la mobilité individuelle (on peut en effet douter de la généralisation des voitures électriques à court ou moyen termes dans les espaces périurbains). Enjeux sociaux puisque les transports en commun constituent une *assurance ville* pour une population vieillissante ou précarisée qui n'a plus les moyens physiques ou financiers d'accéder à l'automobilité.

Si la desserte fréquente de l'ensemble d'une couronne périurbaine semble inenvisageable, l'analyse spatiale permet de faire ressortir des polarités qui

peuvent servir de support à la hiérarchisation du réseau (de la zone TAD à l'axe lourd). Sur certains axes, le haut niveau de service périurbain n'est pas une utopie mais il nécessite une vision intégrée des enjeux urbains et une coordination des actions sectorielles. L'effacement des frontières de compétence (notamment par le biais des syndicats mixtes SRU qui organisent l'intégration tarifaires et de l'information voyageur) doit permettre une articulation des réseaux la moins rugueuse possible (par exemple en minimisant les correspondances forcées). La coordination entre politiques d'urbanisme et de transport est quant à elle nécessaire pour favoriser un développement périurbain compatible avec les transports collectifs. Il serait alors possible d'orienter l'urbanisation nouvelle autour de RER routiers en devenir. Et si l'invention de contrats d'axe routiers permettait de concilier, dans le territoires non desservis par le train, l'envie de ville à la campagne et l'idéal de mobilité durable ?

Annexes

Annexe A

Catalogue de formes

Cet annexe liste différents types de formes périurbaines identifiées à partir de 15 couronnes périurbaines. La plupart des cas sont déclinés en variantes prenant notamment en compte les variations de granulométrie. Les dénominations de type proposées ont davantage vocation à illustrer la diversité des formes que de fournir une base d'analyse des morphologies périurbaines.

La qualification morphologique se fait à l'échelle de la commune (un type pour tout le territoire communal), cela explique le nombre important de types identifiés (tout en assumant la non exhaustivité de ce catalogue). L'approche se distingue donc de la méthode développée dans la thèse qui qualifie la morphologie à l'échelle d'un carroyage de 1km de côté.

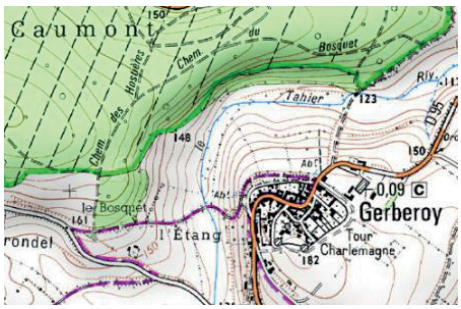
Dans cette annexe, les fermes isolées ou hameaux de très petite taille sont considérés comme des points de mitage périurbain. Ce parti pris est justifié par deux constats :

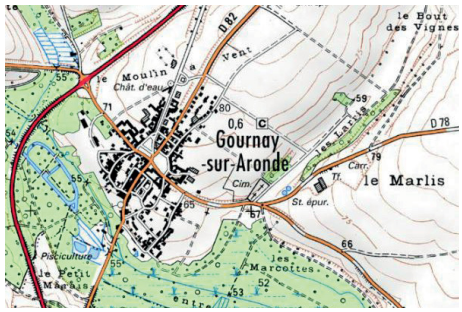
- L'observation des photographies aériennes montrent dans de nombreux cas la présence de pavillons autour des fermes isolées. Ces fermes seraient donc pour partie un point d'appui pour la périurbanisation.
- Avec la diminution du nombre d'actifs agricoles, il parait censé de penser que certains corps de ferme ont été rachetés par des ménages périurbains.

Toutes les cartes sont issues du géoportail.

A.1 Formes « pures » ou « simples »

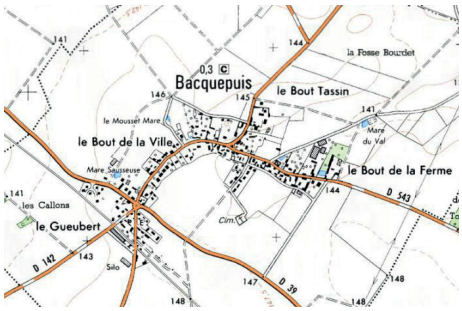
Cas 1 : Urbanisation satellitaire « pure » (sans hameaux)
Variante A et B en fonction de la granulométrie du chef-lieu



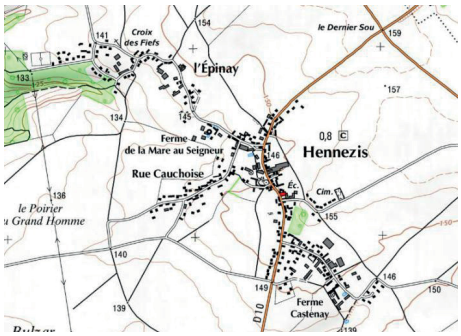


Cas 2 : Urbanisation linéaire à partir du noyau initial

Variante A : Village-rue

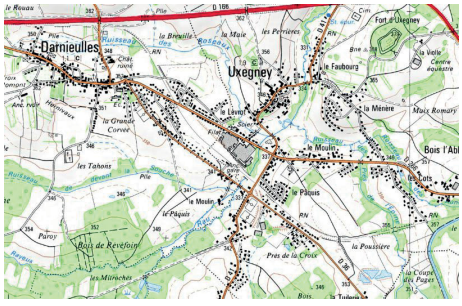


Variante B : Village « en étoile »

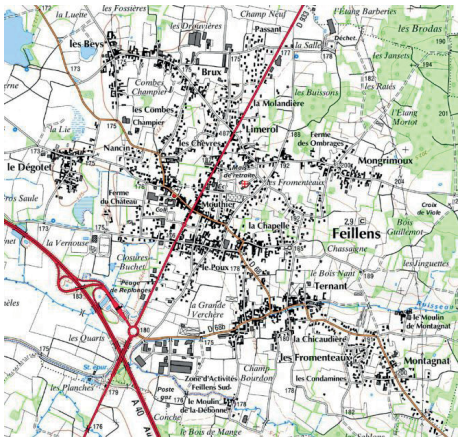


Cas 3 : Urbanisation réticulaire

Variante A : Le long des principaux axes

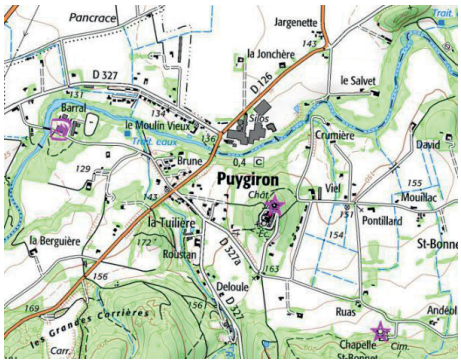


Variante B : Avec un réseau viaire relativement dense

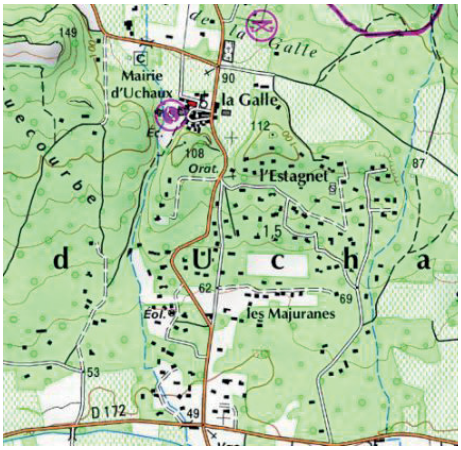


Cas 4 : Mitage

Variante A : Chef lieu de petite taille et présence de maisons isolées sur tout le territoire communal



Variante B : Zone de mitage à coté du chef-lieu (lotissement très peu dense)

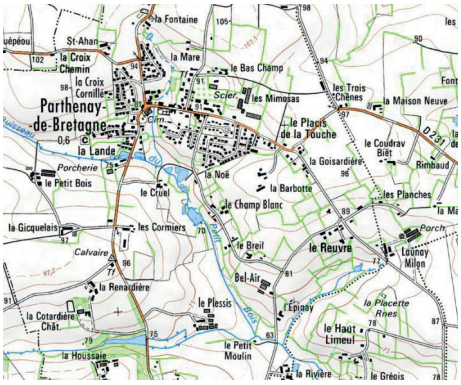


A.2 Formes « hybrides »

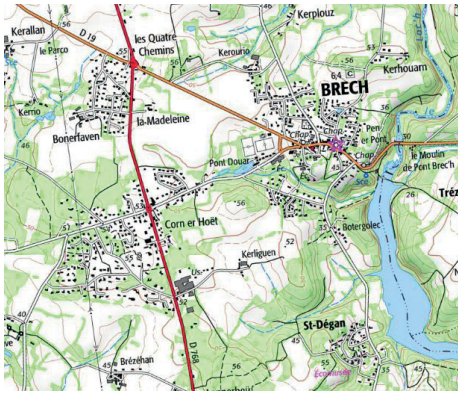
Par formes "hybrides" nous entendons des territoires communaux qui mêlent des organisations périurbaines relevant de plusieurs types "simples". Cette partie donne un aperçu des hybridation possibles sans pour autant être exhaustive.

Cas 5 : Chef lieu satellitaire accueillant de la périurbanisation et nombreux hameaux dispersés

Variante A et B en fonction de la granulométrie du chef-lieu

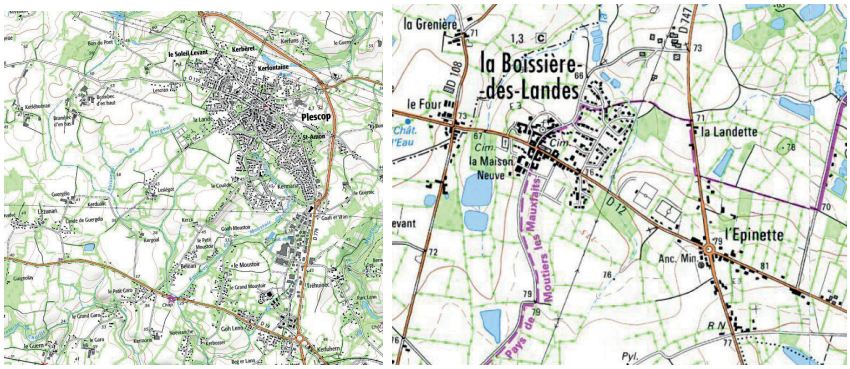


Cas 6 : Commune avec des lotissements importants en dehors du chef lieu et de nombreux hameaux dispersés ou linéaires



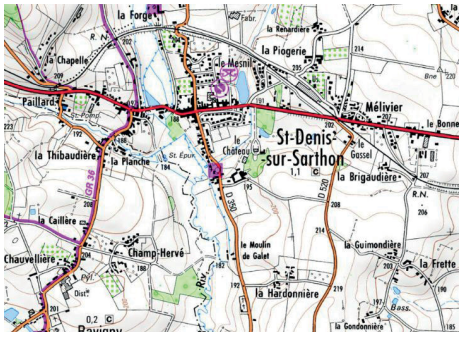
Cas 7 : Périurbanisation autour du chef lieu, des hameaux et le long des axes principaux (de manière discontinue)

Variante A et B en fonction de la granulométrie du chef-lieu

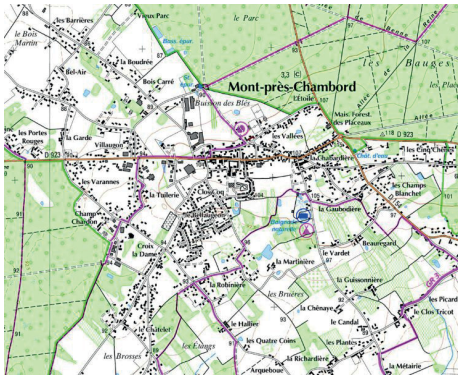


Cas 8 : Urbanisation linéaire ou réticulaire avec mitage

Variante A : Urbanisation linéaire et présence de maisons isolées



Variante B : Urbanisation réticulaire qui tend au mitage

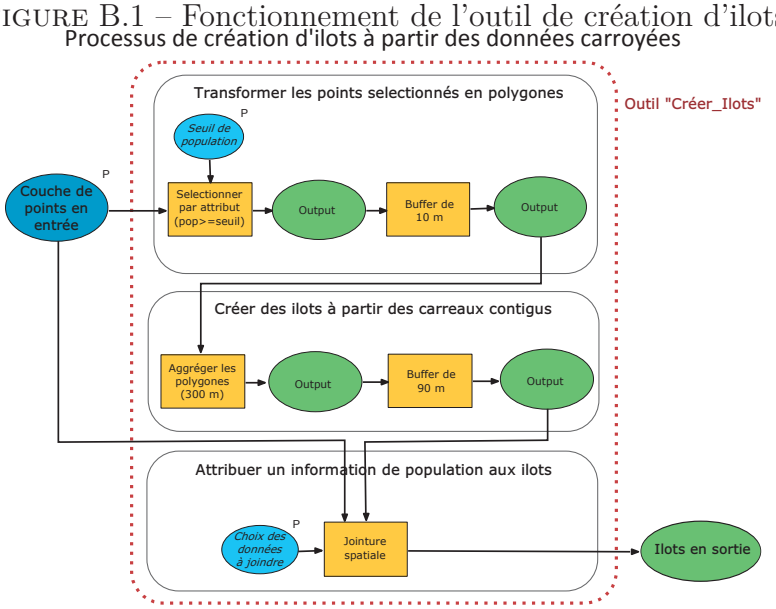


Annexe B

Méthodologies complémentaires

B.1 Création d'ilots à partir des données carroyées à 200 mètres

FIGURE B.1 – Fonctionnement de l'outil de création d'ilots



Les données carroyées de population sont fournis dans une base de données avec des coordonnées xy (ces coordonnées représente le coin supérieur droit du carreau). Une première étape consiste à modifier les coordonnées pour obtenir celles de centre du carreau.

Le choix d'un seuil minimal de densité de population pour constituer un ilot permet de différencier le mitage des ilots. Nous avons fixé ce seuil à 5 hab./ha (afin que les villages ruraux soient considérés comme des ilots).

La méthode utilise ensuite une combinaison d'outils du logiciel Arcgis pour transformer les points en polygones, agréger les points correspondant à des carreaux voisins (y compris en diagonale) et attribuer une population aux ilots.

Le choix de seuil de densité plus élevés permet de faire ressortir les quartiers historique ou denses (ex : grand ensembles...). Ces différents seuils de densité que nous proposons ont été choisis à partir d'études recensant la densité de population dans de nombreuses morphologies de bâti différentes (ref ref ref) :

- En dessous de 5 hab/ha, on considère que la forme relève du mitage :
- Les densités entre 5 et 45 hab/ha correspondent essentiellement aux lotissements pavillonnaires et à l'habitat rural ;

– Les densités entre 45 et 100 hab/ha correspondent essentiellement à l'habitat individuel dense, au petit collectif et aux centre-bourgs ;
– Les densités supérieures 100 hab/ha sont essentiellement présentes dans les centres historiques et les quartiers de grands ensembles.

B.2 Création de l'indice granulométrique

Une autre approche de l'analyse granulométrique consiste à croiser la taille des ilots et leur nombre. En d'autres termes, il s'agit de placer un curseur qui permet d'identifier dans quelle mesure les couronnes périurbaines sont constituées de nombreux ilots de petite taille ou de peu d'ilots de grandes tailles. L'objectif de cette méthode d'ananlyse, qui se veut exploratoire, est de pouvoir comparer l'ensemble des aires urbaines indépendamment de leur taille et de leur densité. En effet, l'analyse granulométrique basée uniquement sur la taille des ilots tend à faire ressortir les grandes agglomérations qui, assez logiquement, possèdent des ilots plus grands et plus nombreux.

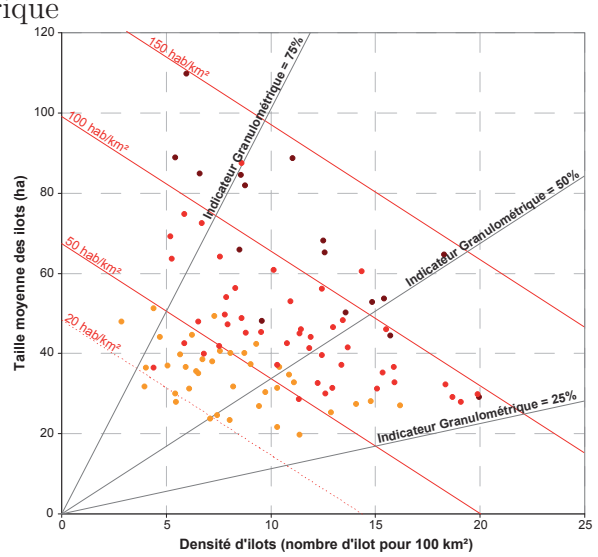
Le principe de notre approche est d'exprimer, à l'aide d'une régression linéaire multiple, la densité de population des couronnes périurbaines en fonction de la taille moyenne des ilots (en ha) et de la densité d'ilots (en nombre d'ilot pour 100 km^2). Une analyse des coefficients et de la valeur des variables explicatives pour chaque couronne permet alors d'évaluer le poids de chaque variable dans l'explication de la densité de population de la couronne. En d'autres termes il s'agit s'évaluer, en comparant les données des couronnes à un modèle général, si pour une densité données la couronne possède plutôt des ilots grands et peu nombreux, des ilots peu mais de petite taille, ou un équilibre en nombre et taille des ilots.

Si la relation entre la densité de population, la taille moyenne des ilots et la densité d'ilots n'est pas mathématique, elle est statistiquement très significative avec un R^2 de 0.71. En d'autres termes on peut expliquer 71% des variations de densité de population par la taille moyenne des ilots et la densité d'ilots (la part non expliquée résidant dans les différences de densités à l'intérieur des ilots). La régression linéaire multiple se formalise selon la formule :

DensitéPop = 5,32*DensitéD'ilots + 1,58*TailleMoyenneDesIlots - 56,6
Où :
DensitéPop est la densité de population de la couronne en hab./km^2
DensitéD'ilots est le nombre d'ilots pour 100km^2 de couronne
TailleMoyenneDesIlots est la taille moyenne des ilots de la couronne en hectare

Cette relation statistique permet de dessiner des abaques donnant la densité de population théorique d'une couronne sur un repère présentant en abscisses la taille moyenne des ilots et en ordonnées la densité d'ilots (Figure B.2). Les densités théoriques pour un seuil donné (en rouge sur le graphique) prennent la

FIGURE B.2 – Abaque indiquant la taille moyenne des ilots et la densité d'ilot en fonction de la densité théorique de population et de l'indicateur granulométrique



Lecture : Une couronne ayant 5 ilots/100km et une taille moyenne des ilots de 50ha possède théoriquement une densité de population de 50 hab/km . Son indice granulométrique est de 75%. Une couronne ayant 15 ilots/100km et une taille moyenne des ilots de 18ha possède aussi théoriquement une densité de population de 50 hab/km . Par contre son indice granulométrique sera de 25%.

Réalisation : Matthieu DREVELLE, 2013

forme de droite qui suivent la règle suivante : à densité de population constante, quand la densité d'ilots augmente de 1, la taille moyenne des ilots diminue de 3,37 (à savoir 5,32/1,58). Ainsi, théoriquement, une couronne de 50 hab/km^2 peut se présenter sous cette forme : 5 ilots/100km^2 d'une taille moyenne de 50ha ; ou sous celle ci : 15 ilots/100km^2 d'une taille moyenne de 18ha.

A partir de ces résultats statistiques, nous avons cherché à créer un indicateur simple permettant de situer chaque couronne sur une échelle de 0% à 100% où 0% correspond à une couronne périurbaine avec une infinité d'ilots microscopiques (point où la droite rouge coupe l'axe des abscisses), 100% à une couronne périurbaine avec un seul ilot très grand (point où la droite rouge coupe l'axe des ordonnées)et 50% à un équilibre entre la taille et le nombre d'ilots compte tenu de la densité de la couronne. La formalisation mathématique de l'indicateur est la suivante (les coefficients permettent de donner un poids équivalent au deux variables) :

Indicateur Granulométrique =

$$\frac{1{,}58 * TailleMoyenneDesIlots}{5{,}32 * DensitéD'ilots + 1{,}58 * TailleMoyenneDesIlots}$$

L'indice 50% est obtenu lorsque 5,32*DensitéD'ilots égale 1,58*TailleMoyenneDesIlots, et donc que la couronne se situe sur la droite de régression.

B.3 Estimation de la fréquentation des lignes de CHNS

Pour estimer le potentiel de voyageur sur les lignes de CHNS, nous avons procéder en 2 étapes :

1. estimer le nombre de déplacements intercommunaux tous modes/tous motifs sur l'axe,
2. estimer une part modale plausible du CHNS et appliquer cette part modale au nombre de déplacements évalué.

Estimation du nombre de déplacements *tous modes tous motifs* sur l'axe

La première étape pour évaluer le potentiel de voyageurs des lignes de CHNS consiste à estimer la demande de mobilité *tous modes tous motifs* sur l'axe. Pour ce faire, nous nous sommes basés sur les fichiers de migrations domicile-travail et domicile-étude du recensement de l'INSEE et de l'enquête nationale transport et déplacements (ENTD). Le CHNS ayant une vocation de transport interurbain, cette demande estimée de déplacements est intercommunale : elle ne prend pas en compte les déplacements internes aux communes.

Cette estimation des déplacements se base d'abord sur les déplacements dits contraints (domicile-travail et domicile-études) qui, grâce aux données du recensement sont exhaustifs et disponibles à l'échelle de la communes. Il est alors aisé de calculé le nombre de navettes internes l'axe. Les navettes prises en compte sont :

- Pour les lignes existantes (lignes du réseau de cars interurbains départementaux), les navettes intercommunales entre les communes desservies par la ligne.
- Pour les lignes non existantes (lignes du réseau cible CHNS), les navettes intercommunales entre les communes dont le chef lieu (mairie ou centre-bourg) est situé à proximité immédiate de la ligne. Les déplacements internes à la zone agglomérée dense (notamment les navettes entre deux communes desservie par un tramway) sont exclus de l'estimation dans la mesure où ils relèvent du transport urbain.

Le passage du nombre de navettes domicile-études et domicile-travail vers le nombre total de déplacement sur l'axe est alors effectué grâce à un ratio estimé à partir de l'enquête ménage transport et déplacements. En effet, en rapportant le nombre total de déplacements intercommunaux tous modes et

Tableau B.1 – Déplacements quotidiens intercommunaux (ou nombre de navettes) par motif en France

	professionnel	études	pro+études	Tous motifs
INSEE	17 694 620	6 650 548	**24 345 167**	
ENTD	17 364 007	3 737 655	21 101 662	**88 744 537**
			Facteur	**3,65**

Le facteur permet de passer de la somme des navettes domicile-études, domicile-travail au nombre total de déplacements.

Sources : INSEE, RGP 2007 : nombre de navetteurs intercommunaux calculé à partir des fichiers individualisés des navettes domicile-études et domicile-travail. ENTD 2007-2008 : nombre de déplacements intercommunaux un jour de semaine.

tous motifs un jour de semaine (donnée facilement calculable par le biais de de l'ENTD) au nombre de navettes domicile-étude et domicile-travail (issues des fichiers du recensement de l'INSEE), on obtient un ratio de 3,65 qui permet de transformer les navettes contraintes en déplacements tous motifs (voir tableau B.3). Il suffit alors de multiplier par 3,65 le nombre de navettes internes aux corridors pour obtenir une estimation de la demande de déplacements tous motifs.

Cette méthode est certes assez approximative dans la mesure où elle se base sur une hypothèse de corrélation entre les déplacements contraints intercommunaux et les autres déplacements intercommunaux. Toutefois, le lieu de travail restant un élément structurant des mobilités quotidiennes, on peut estimer que notre méthode offre une estimation correcte de la demande en déplacements (du moins en l'absence de données de mobilité plus précises).

Estimation d'une part modale plausible pour le CHNS et d'un potentiel de voyageurs

Afin d'estimer une part modale plausible pour les lignes de CHNS, nous avons étudié trois lignes de cars interubains, avec des niveaux de service différents, dont nous avons les chiffres de fréquentation :

- La ligne Niort-Partenay, qui ne prétend pas à l'appellation CHNS mais possède une offre significative pour une ligne départementale (12 A/R par jour).
- La ligne Strasbourg-Wasselonne, qui possède une offre importante (32 A/R par jour) et fait l'objet d'un projet de BHNS interurbain (le TSPO).
- La ligne Voiron-Grenoble-Crolles, qui possède une offre très fournie (environ 50 A/R par jour) et constitue l'axe majeur du RER (réseau express

Tableau B.2 – Estimation de la part modale sur trois lignes interurbaines

Axe	Déplacements estimés	Voyages./j.	A-R/j.	Part modale
Niort-Partenay	10482	520	12	5,0%
Strasbourg-Wasselone	10460	900	32	8,6%
Voiron-Grenoble-Crolles	54750	5000	50	9,1%*

* Cette part modale est obtenue malgré l'existence une ligne ter performante entre Voiron et Grenoble qui attire plus de 2800 voyageurs par jours. Sur l'axe, la part modale car + ter est donc proche des 15 %.

Sources : CG 38, CG 67, CG 79.

routier) grenoblois, avec notamment des aménagements sur la bande d'arrêt d'urgence.

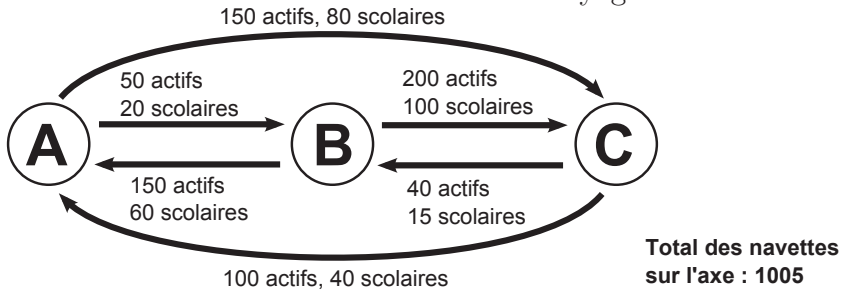
Pour chacun de ces axes nous avons estimés la demande totale en déplacements par le biais de la méthode décrite au paragraphe précédent. En rapport ce nombre déplacements estimé à la fréquentation journalière de la ligne, il est alors possible d'avoir une idée de la part modale du car interurbain sur l'axe (voir tableau B.2). Cette analyse montre une part modale croissante avec l'amélioration de l'offre et du niveau de service. La ligne Niort-Parthenay, qui possède une fréquence moyenne, capte 5 % des déplacements. La ligne Strasbourg-Wasselonne, plus fréquente (mais aussi avec un certain investissement sur les infrastructures et le matériel roulant), a une part modale de 8,6 %. Ce chiffre valide notre méthode dans la mesure où le Conseil Général du Bas-Rhin estime la part modale de son réseau à environ 8 % dans le secteur (Bas-Rhin, 2011). A l'issue du projet de BHNS urbain, la collectivité espère même une part modale de 18 %. La ligne Voiron-Grenoble-Crolles possède une part modale de plus de 9 % malgré la concurrence du TER entre Voiron et Grenoble. La transformation de cette ligne en CHNS a eu un effet très positif sur sa fréquentation : entre 2004 et 2009 la fréquentation journalière est passée de 1820 voyages par jour à 5000 voyages par jour (Transisère, 2009). En additionnant la fréquentation cars interurbains et TER sur l'axe, on arrive à une part modale des transports en commun proche des 15 % sur l'axe.

Une estimation plausible de la part modale des CHNS peut être fixée à 9 % pour une hypothèse réaliste, qui prend pour appui des fréquentations mesurées sur des lignes interurbaines à forte fréquence. Une estimation optimiste de la part modale peut être fixée à 15 % (chiffre proche de l'objectif du TSPO ou de la part modale TER + car à Grenoble). L'application de ces parts modales aux nombres de déplacements estimés permet alors d'estimer le nombre de voyageurs sur la ligne.

Exemple

Sur la ligne A-B-C ci dessous (figure B.3), on dénombre 1005 navettes domicile-études et domicile-travail. En utilisant le facteur de conversion vers des navettes vers les déplacements tous motifs (qui est estimé à 3,65), on évalue la demande de mobilité sur l'axe à environ 3670 déplacements intercommunaux. Un CHNS avec une part de marché de 9 % aura donc un potentiel de fréquentation de 330 voyageurs par jour. Si la part de marché monte jusque 15 %, la ligne CHNS pourra espérer une fréquentation de 550 voyageurs par jours.

FIGURE B.3 – Potentiel de navetteurs et de voyageurs sur un axe A-C



Navettes travail+études	1005
Estimation des déplacements tous motifs	3670
Potentiel du CHNS (PM=9 %)	330
Potentiel du CHNS (PM=15 %)	550

Annexe C

Tableaux et figures complémentaires

Cette annexe a pour objet de présenter des tableaux et figures précisant les informations données dans le corps de la thèse (toutes les figures présentées sont appelées dans le texte de la thèse) mais donc l'intégration a été jugée trop lourde. Il s'agit pour l'essentiel de tableau précisant les résultats statistiques présentés dans la thèse.

C.1 Données vecteur *versus* données raster

Tableau C.1 – Avantages et inconvénients des différents types de données

	Avantages	**Inconvénients**
Raster	Il est plus facile d'écrire des programmes pour traiter les données Modèle assurant une meilleure compatibilité avec les données maillées telles que images satellitaires numériques Meilleure compatibilité avec certaines sorties du type traceurs à jet d'encre ou terminaux graphiques	Requiert beaucoup de mémoire pour des bases de données contenant beaucoup d'attributs Difficultés à représenter exactement les lignes (lignes topographiques, route, chemins de fer, etc.) à moins que la taille de la cellule soit petite. Nécessité de disposer d'un dispositif de conversion vecteur raster pour intégrer des données vecteur (ex : banque de données topographique nationale)
Vecteur	Beaucoup moins de mémoire requise Possibilité de représenter la carte dans sa résolution initiale Possibilité de représentation d'attributs multiples.	Les fonctions spatiales d'analyse sont beaucoup plus complexes Certaines données de variable continues (ex : altitude, images satellitaires) ne peuvent être représentées sans traitement préalable (classification ou discrétisation)

Source : http ://www.fao.org/

C.2 Sorties des modèles statistiques dans R

Liste des variables explicatives :

- Dpop : densité de population de la couronne périurbaine, en hab./km^2
- Rayon : longueur de la ligne la plus longue dans la couronne périurbaine, en km
- Disp : part de la population dispersée, en %
- Sat : part de la population satellitaire, en %
- Lin : part de la population linéaire/réticulaire, en %
- TailleIlot : taille moyenne des ilots de la couronne, en ha
- PartTaille : indicateur granulométrique (voir définition p.)
- D_ilot : densité d'ilot dans la couronne, en nombre d'ilot pour 100km^2
- kmLigneParS : nombre de km de ligne de réseau "grandes radiales" pour 100km^2 de couronne périurbaine
- RPartDesservie : part de population périurbaine desservie par le réseau "grandes radiales", en %

Encadré C.2 – Explication du coût de la desserte "capillaire" (modèle linéaire multiple)

```
Call:
lm(formula = CoutDirect   Dpop + Rayon + Disp + Sat + TailleIlot +
PartTaille + D_ilot, data = d)
Residuals:
Min 1Q Median 3Q Max
-6.9217 -2.6815 -0.5264 1.5936 14.8545
Coefficients:
              Estimate Std.  Error     t value  Pr(>|t|)
 (Intercept)  31.73691       12.63666  2.511    0.0138    *
 Dpop         -0.12168       0.02615   -4.654   1.12e-05  ***
 Rayon        0.39221        0.04537   8.644    1.89e-13  ***
 Disp         49.24454       6.67618   7.376    7.72e-11  ***
 Sat          -0.01159       3.50744   -0.003   0.9974
 TailleIlot   0.06786        0.08319   0.816    0.4168
 PartTaille   -36.71843      16.81271  -2.184   0.0316    *
 D_ilot       -0.20565       0.50471   -0.407   0.6846
--
Signif. codes: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1
Residual standard error: 4.688 on 90 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.8114, Adjusted R-squared: 0.7967
F-statistic: 55.3 on 7 and 90 DF, p-value: < 2.2e-16
```

ENCADRÉ C.3 – Explication du coût de la desserte "capillaire" avec les variables significatives (modèle linéaire multiple)

```
Call:
lm(formula = CoutDirect   Dpop + Rayon + Disp + PartTaille, data = d)
Residuals:
Min 1Q Median 3Q Max
-7.5933 -2.6819 -0.3365 1.8719 15.8804
Coefficients:
              Estimate   Std. Error  t value  Pr(>|t|)
 (Intercept)  26.24679   2.44778     10.723   < 2e-16   ***
 Dpop         -0.11587   0.01456     -7.955   4.20e-12  ***
 Rayon        0.38928    0.04367     8.914    4.06e-14  ***
 Disp         48.11700   4.23627     11.358   < 2e-16   ***
 PartTaille   -25.52375  3.69781     -6.902   6.17e-10  ***
--
Signif. codes: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1
Residual standard error: 4.629 on 93 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.8099, Adjusted R-squared: 0.8018
F-statistic: 99.08 on 4 and 93 DF, p-value: < 2.2e-16
```

ENCADRÉ C.4 – Explication du coût de desserte du dernier décile de population par rapport au premier décile (réseau "capillaire")(modèle linéaire multiple)

```
Call:
lm(formula = RatioD100   Rayon + Sat + D_ilot, data = d)
Residuals:
Min 1Q Median 3Q Max
-58.698 -13.427 -0.729 11.915 106.608
Coefficients:
              Estimate  Std. Error  t value  Pr(>|t|)
 (Intercept)  -0.2311   12.1002     -0.019   0.9848
 Rayon        1.6292    0.2078      7.840    6.9e-12   ***
 Sat          -29.6482  13.1147     -2.261   0.0261    *
 D_ilot       1.8058    0.5835      3.095    0.0026    **
--
Signif. codes: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1
Residual standard error: 22.63 on 94 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.4331, Adjusted R-squared: 0.415
F-statistic: 23.94 on 3 and 94 DF, p-value: 1.354e-11
```

Encadré C.5 – Explication du coût de desserte du dernier décile de population par rapport au premier décile en teannt compte de la valeur du premier décile (réseau "capillaire")(modèle linéaire multiple)

```
Call:
lm(formula = RatioD100   Rayon + D_ilot + Cout_D1 + Disp + Dpop, data
= d)
Residuals:
Min 1Q Median 3Q Max
-31.245 -10.374 -1.531 7.263 88.255
Coefficients:
              Estimate   Std. Error  t value  Pr(>|t|)
 (Intercept)  13.45409   12.75729    1.055    0.294361
 Rayon        1.45107    0.17311     8.383    5.73e-13  ***
 D_ilot       3.08057    0.56274     5.474    3.78e-07  ***
 Cout_D1      -11.62881  1.52644     -7.618   2.22e-11  ***
 Disp         112.37272  18.96828    5.924    5.38e-08  ***
 Dpop         -0.23666   0.06748     -3.507   0.000703  ***
--
Signif. codes: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1
Residual standard error: 17.83 on 92 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.6559, Adjusted R-squared: 0.6372
F-statistic: 35.07 on 5 and 92 DF, p-value: < 2.2e-16
```

Encadré C.6 – Explication du coût de la desserte "hydrographique" avec les variables significatives (modèle linéaire multiple)

```
Call:
lm(formula = CoutHydro   Disp + Dpop + TailleIlot, data = d)
Residuals:
Min 1Q Median 3Q Max
-3.7010 -1.5239 -0.4831 1.1146 7.6895
Coefficients:
              Estimate   Std. Error  t value  Pr(>|t|)
 (Intercept)  14.533986  0.868794    16.729   < 2e-16   ***
 Disp         14.678736  2.026568    7.243    1.19e-10  ***
 Dpop         -0.054345  0.008724    -6.230   1.31e-08  ***
 TailleIlot   -0.056048  0.017322    -3.236   0.00168   **
--
Signif. codes: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1
Residual standard error: 2.308 on 94 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.7456, Adjusted R-squared: 0.7375
F-statistic: 91.83 on 3 and 94 DF, p-value: < 2.2e-16
```

ENCADRÉ C.7 – Explication du coût de la desserte "bimodale" avec les variables significatives (modèle linéaire multiple)

```
Call:
lm(formula = CoutHydro4km   Dpop + Disp, data = d)
Residuals:
Min 1Q Median 3Q Max
-1.5970 -0.7978 -0.1627 0.3997 4.4509
Coefficients:
              Estimate   Std. Error  t value  Pr(>|t|)
 (Intercept)  6.715792   0.385158    17.436   < 2e-16   ***
 Dpop         -0.038307  0.003694    -10.370  < 2e-16   ***
 Disp         4.945375   1.049186    4.714    8.33e-06  ***
--
Signif. codes: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1
Residual standard error: 1.197 on 95 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.6882, Adjusted R-squared: 0.6816
F-statistic: 104.8 on 2 and 95 DF, p-value: < 2.2e-16
```

ENCADRÉ C.8 – Explication du coût de la desserte "grandes radiales" avec les variables significatives (modèle linéaire multiple)

```
Call:
lm(formula = CoutRadial   Dpop + Disp + kmLigneParS + Lin +
RPartDesservie, data = d)
Residuals:
Min 1Q Median 3Q Max
-1.0541 -0.5702 -0.2238 0.2580 2.9369
Coefficients:
 (Intercept)     6.288812   0.878593  7.158    1.95e-10  ***
 Dpop            -0.041612  0.003155  -13.190  < 2e-16   ***
 Disp            2.575623   0.814004  3.164    0.00211   **
 kmLigneParS     0.166683   0.019382  8.600    2.01e-13  ***
 Lin             -1.227534  0.574128  -2.138   0.03516   *
 RPartDesservie  -3.195208  1.114058  -2.868   0.00512   **
--
Signif. codes: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1
Residual standard error: 0.832 on 92 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.788, Adjusted R-squared: 0.7765
F-statistic: 68.4 on 5 and 92 DF, p-value: < 2.2e-16
```

C.3 Mobilité des urbains et périurbains des agglomérations de plus de 100 000 habitants

Tableau C.9 – Matrice origine–destination (en %) des déplacements des périurbains

O\Dn	Rural	Pt. agglo	Couronne	Banlieue	Centre	Paris	Total
Rural	1,7%	0,2%	0,4%	0,1%	0,1%		2,6%
Petite agglo	0,3%	2,5%	0,3%	0,1%	0,3%		3,5%
Couronne	4,1%	4,0%	43,9%	12,8%	11,4%	0,1%	76,3%
Banlieue	0,1%	0,2%	0,9%	7,4%	1,4%		10,0%
Ville-centre	0,2%	0,1%	1,1%	1,9%	3,9%	0,1%	7,3%
Agglo Paris						0,3%	0,3%
Total	6,4%	7,0%	46,7%	22,3%	17,2%	0,5%	100,0%

Mobilité du lundi au dimanche des habitants des couronnes périurbaines des agglomérations de plus de 100 000 habitants (hors agglomération parisienne).
Source : ENTD 2007-2008. Réalisation M. Drevelle, 2014.

Tableau C.10 – Distance moyenne (en km) des périurbains en fonction de l'origine et de la destination

O\D	Rural	Pt. agglo.	Couronne	Banlieue	Centre	Paris	Total
Rural	6,0	155,6	24,2	64,5	67,6		27,8
Petite agglo	132,5	9,3	22,8	39,3	84,8		28,6
Couronne	32,7	22,7	4,6	15,9	20,4	299,5	12,0
Banlieue	81,1	36,8	14,7	6,0	9,4		8,9
Ville-centre	63,2	237,9	22,4	10,5	3,7	721,1	26,3
Agglo. Paris						13,9	13,9
Total	31,9	26,4	5,6	12,8	18,0	244,0	13,6

Mobilité du lundi au dimanche des habitants des couronnes périurbaines des agglomérations de plus de 100 000 habitants (hors agglomération parisienne).
Source : ENTD 2007-2008. Réalisation M. Drevelle, 2014.

Tableau C.11 – Destination des déplacements des périurbains en fonction du motif

Motif	Rural	Pt. agglo	Couronne	Banlieue	Centre	Paris
Travailler	5%	8%	30%	31%	26%	0%
Accompagnement	4%	2%	64%	20%	10%	0%
Achat (petit commerce, service)	6%	6%	57%	18%	13%	0%
Achat (grande surface)	4%	6%	29%	44%	17%	0%
Etudier	3%	8%	59%	11%	18%	0%
Visites à des parents	13%	10%	45%	18%	12%	2%
Visites à des amis	14%	5%	63%	11%	7%	1%
Flaner	5%	7%	81%	2%	5%	0%
Faire du sport	13%	5%	57%	17%	8%	0%
Manger, boire hors domicile	9%	7%	29%	29%	24%	1%
Se rendre sur un lieu de promenade	11%	5%	70%	6%	9%	0%
Soins	1%	7%	35%	24%	32%	0%
Démarches administratives	5%	4%	52%	15%	25%	0%
Activité associative, religion	8%	3%	58%	12%	19%	1%
Spectacle sportif ou culturel	6%	7%	42%	10%	30%	5%
Faire garder un enfant	0%	2%	76%	17%	4%	0%
Centre de loisir, foire	9%	20%	35%	5%	29%	1%
Conférence, formation	0%	0%	2%	59%	34%	5%
Visiter un monument	9%	18%	6%	24%	43%	0%
Vacances	28%	67%	0%	0%	5%	0%
Residence secondaire	59%	0%	37%	0%	3%	0%

Mobilité du lundi au dimanche des habitants des couronnes périurbaines des agglomérations de plus de 100 000 habitants (hors agglomération parisienne).
Source : ENTD 2007-2008. Réalisation M. Drevelle, 2014.

Tableau C.12 – Destination des déplacements des habitants des villes-centres en fonction du motif

Motif	Rural	Pt. agglo	Couronne	Banlieue	Centre	Paris
Etudier	0%	2%	1%	5%	92%	0%
Faire garder un enfant	0%	0%	0%	1%	99%	0%
Achat (grande surface)	1%	1%	3%	32%	63%	0%
Achat (petit commerce)	2%	1%	2%	8%	87%	0%
Soins	0%	0%	0%	7%	92%	0%
Démarches administratives	1%	1%	3%	6%	88%	0%
Visites à des parents	4%	8%	9%	21%	58%	1%
Visites à des amis	4%	6%	8%	14%	68%	1%
Accompagner qqn	1%	2%	3%	12%	82%	0%
Activité associative, religion	3%	1%	4%	13%	78%	0%
Centre de loisir, foire	8%	6%	8%	6%	70%	2%
Manger, boire hors domicile	3%	2%	4%	18%	70%	3%
Visiter un monument	26%	0%	3%	3%	61%	8%
Spectacle sportif ou culturel	4%	3%	3%	4%	86%	1%
Faire du sport	5%	2%	9%	27%	57%	0%
Flaner	4%	1%	7%	6%	81%	0%
Se rendre sur un lieu de promenade	11%	1%	12%	13%	62%	1%
Vacances	55%	2%	0%	0%	12%	31%
Residence secondaire	16%	23%	39%	4%	16%	2%
Travailler	1%	1%	5%	21%	71%	1%
Conférence, formation	0%	1%	0%	20%	68%	11%
Total	3%	2%	4%	15%	75%	1%

Mobilité du lundi au dimanche des habitants des villes-centres des agglomérations de plus de 100 000 habitants (hors agglomération parisienne). Source : ENTD 2007-2008. Réalisation M. Drevelle, 2014.

Tableau C.13 – Destination des déplacements des habitants des banlieues en fonction du motif

Motif	Rural	Pt. agglo	Couronne	Banlieue	Centre	Paris
Etudier	0%	0%	1%	78%	21%	0%
Faire garder un enfant	0%	0%	4%	83%	12%	0%
Achat (grande surface)	1%	1%	2%	73%	24%	0%
Achat (petit commerce)	1%	1%	3%	78%	17%	0%
Soins	0%	0%	2%	72%	25%	1%
Démarches administratives	1%	1%	0%	65%	33%	0%
Visites à des parents	4%	4%	10%	64%	17%	1%
Visites à des amis	4%	2%	14%	64%	16%	0%
Accompagner qqn	0%	2%	2%	78%	17%	0%
Activité associative, religion	1%	1%	3%	75%	20%	0%
Centre de loisir, foire	6%	7%	9%	69%	9%	0%
Manger, boire hors domicile	5%	6%	2%	55%	33%	0%
Visiter un monument	27%	14%	0%	26%	8%	24%
Spectacle sportif ou culturel	1%	1%	1%	60%	35%	1%
Faire du sport	6%	1%	10%	71%	12%	0%
Flaner	5%	3%	2%	80%	9%	1%
Se rendre sur un lieu de promenade	7%	8%	8%	57%	16%	3%
Vacances	46%	34%	20%	0%	1%	0%
Residence secondaire	35%	46%	1%	18%	0%	0%
Travailler	1%	2%	6%	62%	28%	1%
Conférence, formation	0%	0%	12%	53%	35%	1%
Total	2%	2%	6%	68%	21%	0%

Mobilité du lundi au dimanche des habitants des banlieues des agglomérations de plus de 100 000 habitant (hors agglomération parisienne). Source : ENTD 2007-2008. Réalisation M. Drevelle, 2014.

C.4 Quelques exemples de *blockmodeling* sur d'autres agglomérations

FIGURE C.1 – Application de la méthode du *blockmodeling* sur les navettes domicile-travail autour d'Angers

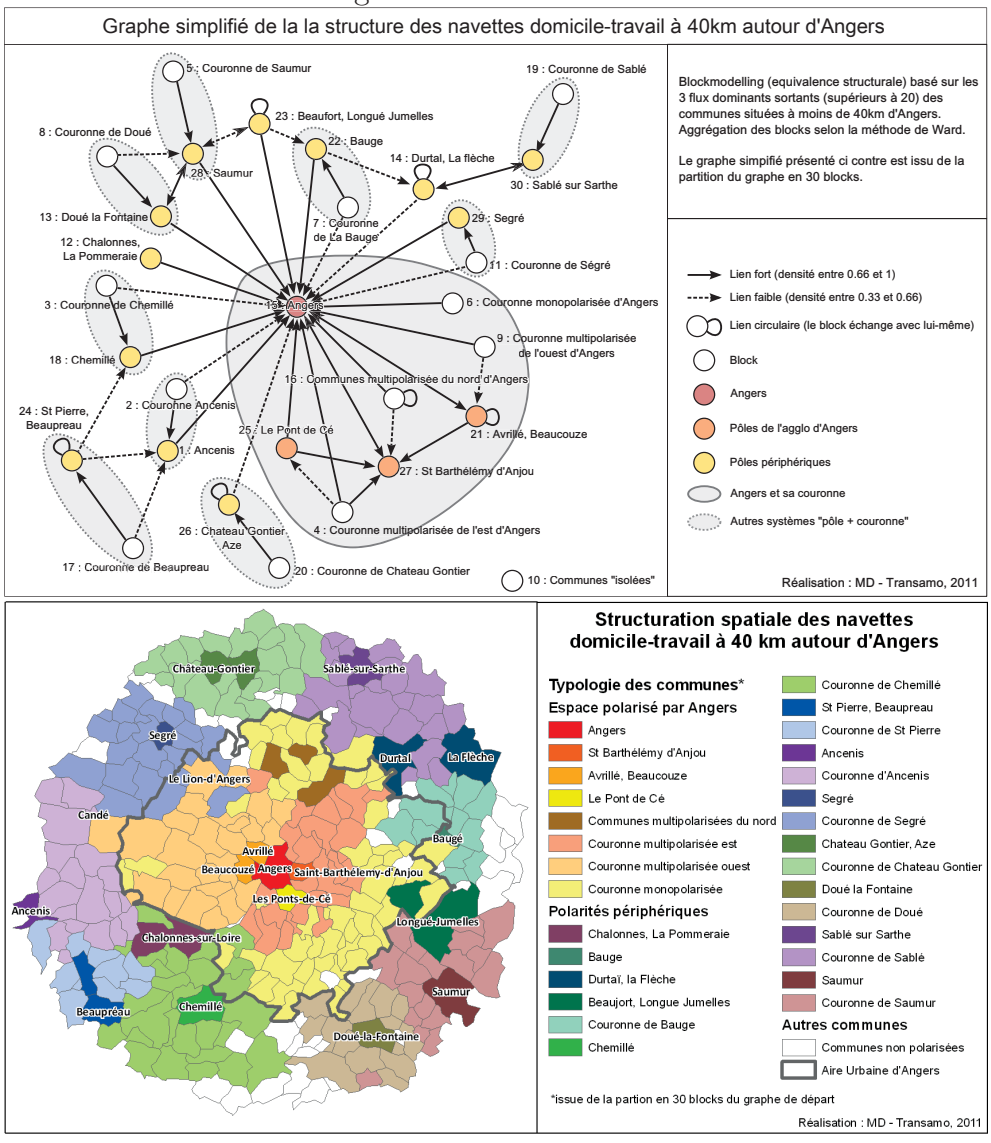
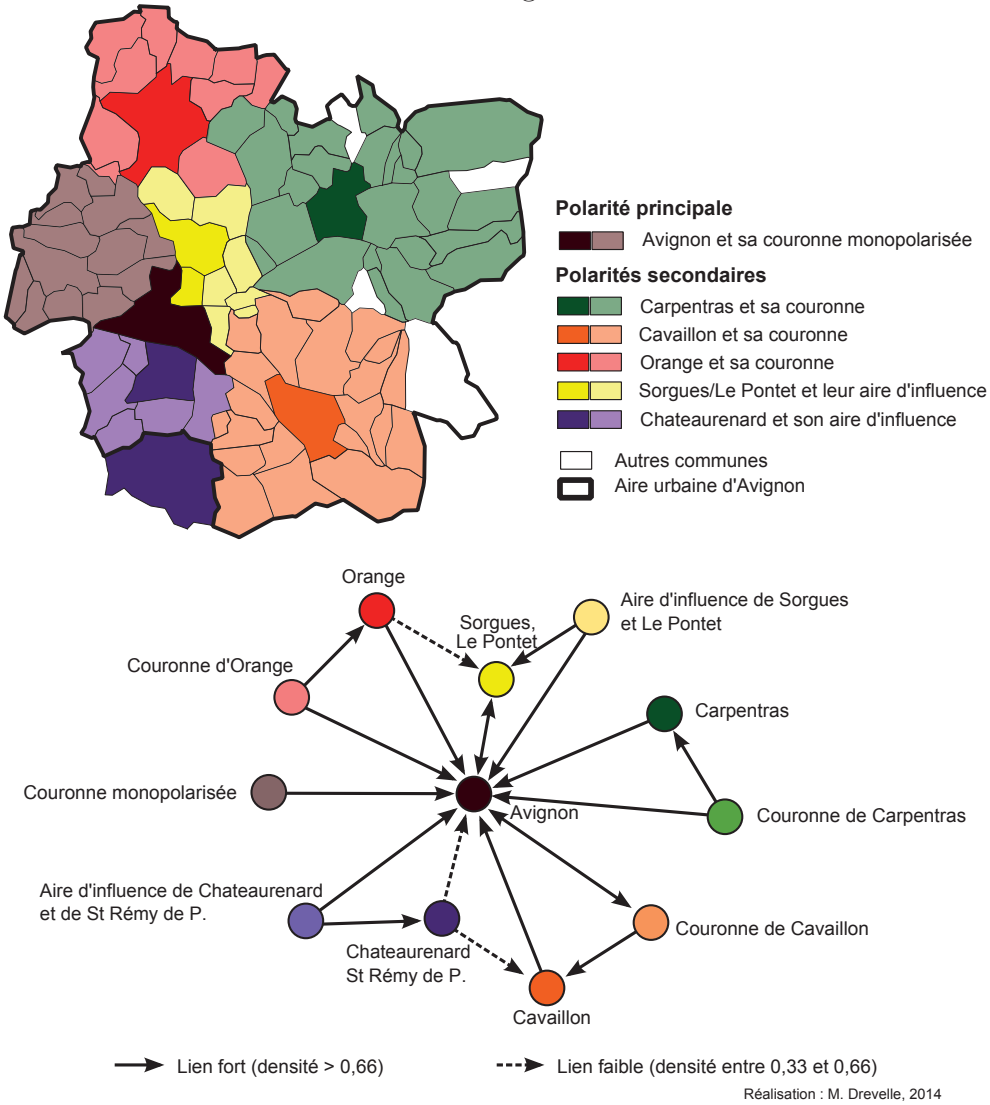


FIGURE C.2 – Application de la méthode du *blockmodeling* sur les navettes domicile-travail dans l'aire urbaine d'Avignon



Annexe D

Quelques exemples de pratiques dont pourrait s'inspirer le transport routier périurbain

D.1 Fréquence, amplitude de service

La fréquence de passage, le cadencement et une amplitude de service importante sont des éléments essentiels pour l'attractivité des transports en commun et doivent être au cœur de la démarche CHNS.

La ligne d'autocar Nice-Monaco-Menton (Alpes-Maritimes)

La ligne de car entre Nice et Monaco est un modèle en ce qui concerne la fréquence de passage. On dénombre 66 aller-retour journaliers (sans compter la ligne de bus express qui emprunte l'autoroute), soit environ un bus tous les quarts d'heure de 6h à 20h. De plus, un service de bus de nuit existe sur cette ligne. Toutefois, il convient de souligner la nature urbaine de la côte méditerranéenne entre Nice et Monaco qui explique ces fortes fréquences (malgré l'existence d'une voie ferrée parallèle).

FIGURE D.1 – Fiche horaire de la ligne Nice-Monaco

100 Nice → **Monaco** → **Menton**

Lundi à Samedi

Nice	**6.00**	**6.15**	**6.30**	**6.40**	**6.50**	**7.00**	**7.10**	**7.20**	**7.30**	-	**7.45**	**8.00**
Monaco	6.28	6.50	7.05	7.15	7.25	7.43	7.53	8.03	8.13	8.25	8.28	8.43
Menton	7.00	7.30	7.50	7.55	8.05	8.25	8.35	8.45	8.55	9.07	9.15	9.25
Nice	**8.15**	**8.30**	-	**8.45**	-	**9.00**	**9.15**	**9.30**	-	**9.45**	**10.00**	**10.15**
Monaco	8.58	9.13	9.16	9.28	9.40	9.43	9.58	10.13	10.21	10.28	10.43	10.58
Menton	9.40	9.55	9.58	10.10	10.22	10.25	10.40	10.55	11.05	11.10	11.25	11.40
Nice	-	**10.30**	**10.45**	**11.00**	**11.15**	**11.30**	**11.45**	**11.55**	**12.05**	**12.15**	**12.30**	**12.45**
Monaco	11.10	11.13	11.28	11.43	11.58	12.13	12.28	12.38	12.48	12.58	13.13	13.28
Menton	11.52	11.55	12.10	12.25	12.40	12.55	13.10	13.20	13.30	13.40	13.55	14.05
Nice	**13.00**	**13.15**	**13.30**	**13.45**	**14.00**	**14.15**	**14.30**	**14.45**	**15.00**	**15.05**	**15.15**	**15.25**
Monaco	13.43	13.58	14.13	14.28	14.43	14.58	15.13	15.28	15.43	15.48	15.58	16.08
Menton	14.25	14.40	14.55	15.10	15.25	15.40	15.55	16.10	16.25	-	16.40	16.50
Nice	**15.30**	**15.35**	**15.45**	**16.00**	**16.05**	**16.15**	**16.30**	**16.40**	**16.45**	**17.00**	**17.05**	-
Monaco	16.13	16.18	16.28	16.43	16.48	16.58	17.13	17.23	17.28	17.43	17.48	17.56
Menton	16.55	-	17.10	17.25	-	17.40	17.55	-	18.10	18.30	-	18.38
Nice	**17.15**	**17.30**	**17.40**	**17.45**	**18.00**	**18.05**	**18.15**	**18.30**	**18.40**	**18.45**	**19.15**	**20.00**
Monaco	17.58	18.13	18.23	18.28	18.43	18.48	18.58	19.13	19.23	19.28	19.58	20.40
Menton	18.40	18.55	-	19.10	19.25	-	19.40	19.55	-	20.10	20.40	21.10

Source : CG06

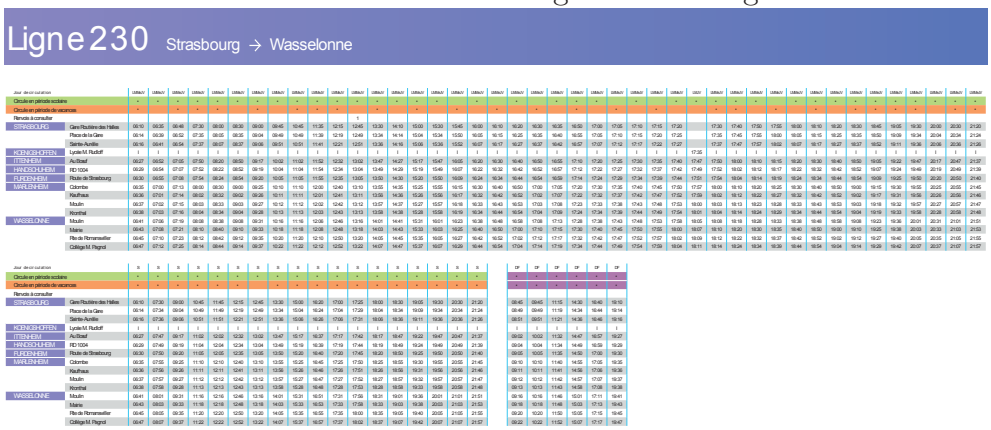
La ligne Strasbourg-Wasselonne (Bas-Rhin)

Dans un contexte moins dense et plus périurbain, la ligne départementale Strasbourg-Wasselonne fait figure d'exemple à suivre en ce qui concerne les fréquences de passage d'une ligne périurbaine. La ligne dessert en effet des bourgs de taille modeste : Wasselonne (5 500 hab.), Marlenheim (3 400 hab.), Furdenheim (1 100 hab.)... Cependant la fréquence des bus est forte (32 aller-retour

quotidiens), continue sur la journée et avec une amplitude importante (de 6h à 21h30). On dénombre ainsi un bus toutes 15 minutes en heure de pointe et un toutes les 30 minutes en heure creuse. L'intervalle le plus important entre deux bus est d'une heure (entre 10h30 et 11h30).

L'exemple de la ligne Strasbourg-Wasselonne prouve ainsi qu'il est envisageable d'apporter un niveau de service élevé dans des territoires relativement peu denses.

FIGURE D.2 – Fiche horaire de la ligne Strasbourg-Wasselonne



Source : CG67

D.2 Matériel roulant

Le matériel roulant est très important dans l'image véhiculée par un système de transport. Le CHNS doit à la fois être confortable (priorité aux places assises, confort des sièges) et accessible (plancher bas, portes larges...). Le matériel roulant doit aussi être dimensionné selon le potentiel de fréquentation de la ligne.

Matériel à plancher bas

Les conseils généraux des Pays de Loire, de Gironde ou les agglomérations de Toulouse ou Rouen ont mis en service sur leur réseau un matériel hybride adapté à la desserte du périurbain. Ces véhicules possèdent des caractéristiques d'autocars interurbains (possibilité de rouler sur autoroute, ceintures de sécurité, confort...) en y ajoutant des éléments de bus urbains qui améliorent l'accessibilité et la fluidité des montées et descentes (plancher bas sur l'avant

du véhicule, portes larges...). Cela en fait un matériel adapté à la fois aux longues distances (dans les espaces peu denses) et aux arrêts plus fréquents lorsque l'on entre dans l'agglomération.

Matériel à grande capacité

Lorsque le potentiel de trafic est élevé, il peut être intéressant d'utiliser des véhicules articulés, des véhicules à deux étages ou des véhicules longs (15 m au lieu de 12 m en longueur standard). Cela évite la saturation des véhicules et améliore le confort des voyageurs.

FIGURE D.3 – Matériel adapté à la desserte périurbaine

A gauche, bus périurbain avec plancher bas à l'avant (source : Pays d'Aix Transport) ; à droite, car de 15 m et à deux étages en gare routière de Strasbourg (photo : Drevelle, 2011)

D.3 Ligne sur autoroute

Lignes Hop ! (Haute Garonne - Toulouse)

Depuis 2008, le conseil général de Haute-Garonne, a mis en place les lignes d'autocars "Hop !". Ces lignes possèdent moins d'arrêts, empruntent les autoroutes et la rocade de Toulouse et s'arrêtent aux terminus du métro (pour éviter la congestion urbaine). Les gains de temps par rapport aux lignes classique sont importants. A titre d'exemple, la première ligne, lancée en septembre 2008 entre Villemur-sur-Tarn et Toulouse (au terminus Borderouge de la ligne B du métro,) met 50 minutes pour faire le trajet contre 1 heure 15 pour la ligne classique. Combinant vitesse élevée et forte fréquence en heure de pointe, la ligne est attractive pour les usagers : en quelques mois, la fréquentions de l'axe a augmenté de 50 %. La haute Garonne compte 3 lignes Hop ! qui desservent des territoires ne possédant pas de lignes ferroviaires.

Lignes Express A14 (Ile-de-France)

Suite à l'ouverture de l'autoroute A14 en 1996, une ligne de car express entre Mantes la Jolie et le quartier d'affaire de la Défense a été mise en service. Cette ligne, intégrée à la tarification du STIF permet des temps de trajet plus courts par rapport au mode ferroviaire. Fort du succès de la première ligne, deux lignes express supplémentaires ont été ouvertes en 2005 (Les Mureaux-la Défense et Verneuil/Orgeval -la Défense). Elles permettent ainsi de relier l'Ouest Parisien au quartier d'affaires de la Défense.

D.4 Infrastructures

Au-delà de la simple utilisation des voies autoroutières, l'aménagement de voies réservées (sur autoroute ou non) permet d'éviter la congestion routière, d'améliorer et de fiabiliser les temps de parcours.

Aménagement des entrées de bourgs (Bas-Rhin)

Dans les espaces périurbains, l'ampleur du trafic routier ne justifie pas toujours la réalisation d'un site propre intégral pour les cars interurbains. De plus, à l'intérieur des bourgs ou villages, la voirie n'est pas toujours suffisamment large pour permette de créer une voie réservée. Toutefois certaines sections de lignes nécessitent des aménagements pour fiabiliser les temps de parcours, c'est notamment le cas des entrées de bourgs.

Dans le Bas-Rhin, sur la ligne Strasbourg-Wasselonne, l'entrée du bourg de Furdenheim a été traitée de manière à donner la priorité aux cars. Une voie réservée de 1300m a été aménagée en amont du bourg pour permettre aux cars de remonter la file d'automobile. Puis, lorsque le car arrive à l'entrée

Figure D.4 – Couloir réservé à l'entrée de Furdenheim

de Furdenheim, un système de feux arrête les voitures et permet aux cars de rentrer prioritairement dans le bourg.

Utilisation de la bande d'arrêt d'urgence (Isère – Grenoble)

Depuis 2002, le Conseil Général de l'Isère a mis en place le « Réseau Express Routier », autobus express circulant entre Voiron, Grenoble et Crolles, en utilisant en partie les autoroutes A48 et A41. Pour éviter la congestion à l'approche de Grenoble, un système d'utilisation de la bande d'arrêt d'urgence par les autocars a été mis en place sur près de 5km.

Cette utilisation de la bande d'arrêt d'urgence est temporaire, elle se déclenche lorsque la vitesse sur l'autoroute descend en dessous de 50km/h. Pour éviter de créer des accidents, le différentiel de vitesse entre les bus en voie réservée et le trafic général est limité à 20 km/h. Un système de vidéosurveillance et une signalétique permettent de neutraliser la voie bus si un véhicule s'immobilise sur la bande d'arrêt d'urgence. Ce dispositif permet d'augmenter la régularité et la ponctualité des services (amplitude de variation de temps de parcours de 2 minutes contre 5 minutes avant la voie réservée). De plus, si le gain réel de temps n'est que de 40 secondes, le gain de temps perçu par les usagers est de l'ordre de 10 minutes (source : CG Isère).

FIGURE D.5 – Utilisation de la bande d'arrêt d'urgence à Grenoble

Source : CG38

Voies dédiées axiales sur autoroute (Houston, USA)

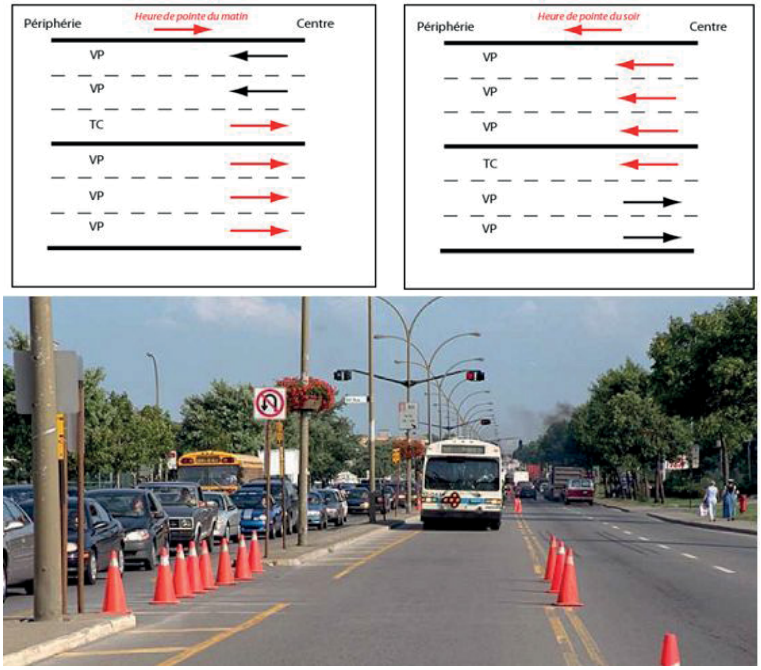
Sur les autoroutes larges, il est possible de mettre en place des voies centrales réservées aux autobus. Ces axes peuvent avoir un nombre de voies va-

riables (une voie, deux voies ou deux fois deux voies pour faire cohabiter ligne express, services omnibus et covoiturage). Ces infrastructures sont très efficaces pour fiabiliser les temps de parcours, cependant elles exigent des ouvrages (tunnels ou viaducs) pour permettre aux autobus de rejoindre le site propre.

Voies réservées réversibles (Montréal, Canada)

Sur les autoroutes ou sur les avenus larges, il est aussi possible de mettre en place des voies réservées réversibles à contre sens de la circulation. Cela permet aux autocars d'être en voie réservée dans une direction le matin et dans l'autre le soir. L'intérêt de ce dispositif est de ne pas réduire la capacité de la voirie dans le sens de la pointe (en effet la réduction de voirie pour les véhicules particuliers se fait dans le sens de la contre pointe).

FIGURE D.6 – Principe des voies réservées à contre-sens et exemple à Montréal



Source : IAU-idf (Jacob et Allio, 2006)

D.5 Stations

Afin d'assurer l'attractivité du CHNS, il convient de traiter avec soin la question des stations et arrêts. Ces stations devront être confortables et donner les informations dont les voyageurs ont besoin. En effet, pour ce type de transport, il est inconcevable de se contenter de simples poteaux ou abribus.

Stations ouvertes avec information voyageur (Everett, USA)

Les stations de transport à haut niveau de service peuvent être des stations ouvertes (de type abri de bus). Cependant, les stations doivent être visibles, identifiables, confortables (protéger des intempéries, pouvoir s'assoir), offrir une information voyageur complète (plans, prochains passages...) et éventuellement permettre l'achat de titres de transport.

Stations fermées type métro/gare (Cape Town – Afrique du Sud)

Cependant pour les lignes à fort potentiel ou pour les pôles d'échanges ou lieux à forte fréquentation, il peut être intéressant d'implanter des stations fermées. Ces stations véhiculent une véritable image de gare et apportent un confort supérieur vis-à-vis des intempéries. On peut alors envisager, en plus des écrans d'informations, la présence de guichets avec du personnel chargé de vendre des titres de transports et d'orienter les voyageurs. Ce type de station se trouve sur les lignes de BRT en Amérique et en Afrique du Sud. De plus, tout comme une gare ferroviaire, ces stations fermées peuvent faire l'objet d'un travail architectural et devenir des marqueurs territoriaux.

Figure D.7 – Exemples de stations

A gauche, station ouverte à Everett (source : metro magasine) ; à droite , station ouverte à Cape Town.

D.6 Billettique

Avoir une billettique intégrée facilite le passage du réseau interurbain au réseau urbain et vis-versa. Il est donc très important que le CHNS intègre cette démarche.

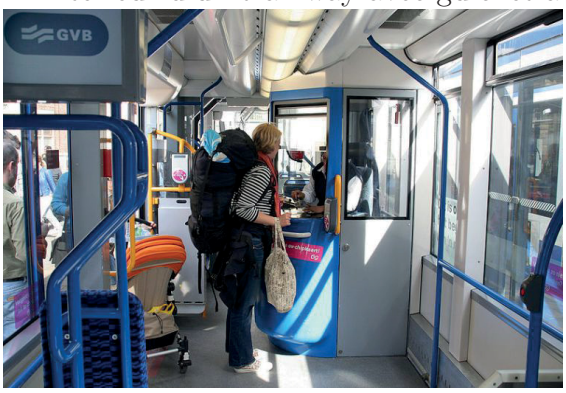
Carte Korrigo (Bretagne)

KorriGo est une carte de billettique multimodale utilisé en Bretagne. Pour l'usager, cette carte représente un titre de transport unique, utilisable pour l'ensemble de ses déplacements en transport en commun. Lancée en 2006 dans l'agglomération de Rennes, KorriGo permet aujourd'hui d'emprunter le métro et les bus de la Star, les cars départementaux du réseau Illenoo (Ille-et-Vilaine) et les TER de la Région Bretagne. Elle a pour but final d'être étendue à toute la Bretagne pour devenir la « carte bretonne des déplacements ».

D.7 Personnel à bord

La présence humaine à bord des véhicules rassure les voyageurs : sentiment de sécurité, possibilité de demander une information... Une approche intéressante en termes de présence humaine consiste à avoir en permanence (en plus du conducteur), un personnel d'accompagnement. Cela permet de libérer le conducteur de la vente et du contrôle des billets (ce qui réduit le temps d'arrêt en station) et permet une information voyageur efficace. Cependant, cette double présence induit un coût de personnel important.

Figure D.8 – Intérieur d'un tramway avec guichet à Amsterdam



Sources : commons.wikimedia.com - auteur : Mauritsvink, 2009

Lignes Noctilien SNCF (Ile de France)

Sur les lignes de Noctilien exploité par la SCNF, le personnel présent dans chaque bus est composé du chauffeur et d'un agent d'accompagnement. Le rôle de cet agent est d'informer les voyageurs, de vendre et de contrôler les billets mais aussi de prévenir les voyageurs lorsqu'ils arrivent à leur destination. Toutefois, ce concept est particulièrement bien plus adapté aux autocars de nuit (la présence d'un agent supplémentaire renforce l'impression de sécurité et permet d'être réveillé avant son arrêt) qu'aux services diurnes.

Tramway d'Amsterdam (Pays-Bas)

Sur le réseau de tramway d'Amsterdam, un contrôleur est présent au milieu du tramway. Il assure la vente et le contrôle des billets, ainsi que l'information aux voyageurs.

D.8 Identité du service

L'identification claire du service est très importante en termes d'image. En effet, un service ayant une bonne image tend à être plus attractif. Deux stratégies existent pour créer une identité de ligne : évoquer un mode de transport performant et valorisant (tramway, métro) ou référer à l'identité du lieu desservi.

Busway (Nantes)

A Nantes, la ligne de BHNS a construit son image autour de la référence au tramway. Le Busway (nom commercial de la ligne) est donc assimilé au tramway en termes d'insertion urbaine, de représentation sur les plans et possède un matériel roulant spécifique. Cette identité forte de la ligne est sans doute une des raisons de son succès.

MyCiTi (Cape Town, Afrique du Sud)

Au Cap, l'identité du service est construite à partir de l'identité de la ville :
- Le nom « MyCiTi » est une référence directe à la ville de Cape Town (dont les initiales se prononcent CiTi).
- Le slogan est traduit en trois langues locales pour montrer qu'il s'agit d'un mode de transport pour toutes les populations.

– La courbe rouge du « y » évoque Table Moutain qui est le symbole de Cape Town.

FIGURE D.9 – Identité du service Busway (Nantes)

Sources : transdev.net et nantes.fr

FIGURE D.10 – Identité du service MyCiTi (Cap Town)

Sources : 48hours.co.za et myciti.org.za

Bibliographie

ADETEC (2004), "Services à la demande et transports innovants en milieu rural : de l'inventaire à la valorisation des expériences." Rapport technique, DATAR, DTT, ADEME.

Aguilera, A. et B. Conti (2013), "Multipolarisation des emplois, dynamiques de peuplement et mobilités domicile-travail des périurbains." In *Rencontres internationales du Forum des Vies Mobiles : Des mobilités durables dans le périurbain, est-ce possible ?, Paris*.

Aguilera, A., J.L. Madre, et D. Mignot (2004), "Métropolisation, formes urbaines et mobilité. présentation du dossier." *Cahiers Scientifiques du Transport*, 45, 5–14.

Aguilera, A. et D. Mignot (2004), "Urban sprawl, polycentrism and commuting. a comparison of seven french urban areas." *Urban Public Economics Review*, 2004/1, 93–113.

Allali, O. (2011), *Structure et dynamique des graphes de terrain bipartis : liens internes et prédiction de liens*. Thèse de doctorat, Université Pierre et Marie Curie.

Armoogum, J., J-P. Hubert, D. François, B. Roumier, M. Robin, et S. Roux (2011), "Enquête nationale transport et déplacements 2007-2008 (entd 2007-2008)." Rapport technique, IFSTTAR, INSEE, SOeS.

Armoogum, J., J-P. Hubert, S. Roux, et T. Le Jeannic (2010), "Plus de voyages, plus de kilomètres quotidiens : une tendance à l'homogénéisation des comportements de mobilité des français, sauf entre ville et campagne." In *La mobilité des Français : Panorama issu de l'enquête nationale transports et déplacements 2008*, Commissariat Général au Développement Durable.

Asher, F. (1995), *Métapolis ou l'avenir des villes*. Paris, Éditions Odile Jacob.

Audric, S. (2010), “Projections de population en languedoc-roussillon à l’horizon 2040 : La croissance démographique resterait forte mais se tasserait.” *INSEE, Repères Chiffres*, 8.

Audric, S. (2012), “Montpellier agglomération : Quels scénarios démographiques à l’horizon 2030 ?” *INSEE, Repères Synthèse*, 2.

Baccaini, B. et F. Semecurbe (2009), “La croissance périurbaine depuis 45 ans.” *INSEE première*, n.1240, 1–4.

Bacqué, M. H. et S. Fol (2007), “L’inégalité face à la mobilité : du constat à l’injonction.” *Revue suisse de sociologie*, 33(1), 89–104.

Baffi, S. (2010), *Les transports urbains au Cap, entre fragmentation et structuration, le cas du Cap, Afrique du Sud*. Mémoire de master, Université Paris 1 - Panthéon Sorbonne.

Baffi, S. (2012), “Pratiques d’une métropole émergente par les usagers des transports en commun, le cas du cap, afrique du sud.” *EchoGéo*, 21, [en ligne].

Bailly, A. (1979), “La perception des transports en commun par l’usager.” *Transport Environnement Circulation*, 32, 23–28.

Banister, D. (1999), “Planning more to travel less : land use and transport.” *Town Planning Review*, 70, 313.

Barbichon, G. (1973), “Appropriation urbaine du milieu rural à des fins de loisir.” *Études rurales*, 49-50, 97–105.

Barone, S. (2010), “Au-delà de la loti : Les transports collectifs périurbains entre réseaux et territoires.” *Flux*, 79-80, 112–123.

Bas-Rhin, Conseil Général (2010), “T.s.p.o. : Transport en site propre de l’ouest strasbourgeois.” In *Réunion d’échange sur les BHNS périurbains - Certu – 18 mai 2010*.

Bas-Rhin, Conseil Général (2011), “Transport en site propre de l’ouest strasbourgeois (tspo), dossier d’enquête préalable à la déclaration d’utilité publique.” Rapport technique, Conseil Général du Bas-Rhin.

Baudelle, G., G. Darris, J. Ollivro, et J. Pihan (2004), “Les conséquences d’un choix résidentiel périurbain sur la mobilité : pratiques et représentations des ménages.” *Cybergeo : European Journal of Geography*, article 287, [online].

Baudin, P. (1908), *La vie de la cité*.

Bauer, G. et J-M. Toux (1976), *La rurbanisation ou la ville éparpillée*. Paris, Editions du Seuil.

Beaucire, F. (1996), *Les transports publics et la ville*. Toulouse, Ed. Milan.

Beaucire, F. (2005), "Mobilité." In *Géographie des transports* (J.J. Bavoux, F. Beaucire, L. Chapelon, et P. Zembri, eds.), Armand Colin, Paris.

Beaucire, F. (2011), "Sur l'accessibilité aux ressources offertes par la ville." *Les Cahiers de l'IAU Ile-de-France*, 157.

Beaucire, F. et L. Chalonge (2011), "L'emploi dans les couronnes périurbaines, de la dépendance à l'interdépendance." In *Données Urbaines, Tome 6* (D Pumain et M.F. Mattei, eds.), Economica, collection Villes.

Beaucire, F., L. Chalonge, C. Cazalda, et F. Le Blanc (2004), "Transition urbaine et zonage." *Notes de synthèse du SES*, 151.

Beaucire, F., L. Chalonge, et E. Minvielle (2000), "Dynamique urbaine de l'agglomération bordelaise." *Notes de synthèse du SES*, 132.

Beaucire, F. et M. Drevelle (2013), "« grand paris express » : un projet au service de la réduction des inégalités d'accessibilité entre l'ouest et l'est de la région urbaine de paris ?" *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*, 2013-03, 439–462.

Beaucire, F. et P. H. Emangard (1995), "Dynamique spatiale de l'agglomération nantaise." Rapport technique, DDE 44, CETE Ouest.

Beaucire, F., A. Meyer, et C. Surowiec (2003), "Les transports publics à la poursuite de la ville." In *Données urbaines 4* (P. Pumain et M.-F. Mattei, eds.), 97–101, Paris, Anthropos.

Beaucire, F., S. Rosalès-Montano, et I. Duflos, E. ans Turchetti (1999), "Les outils de planification urbaine au service de la relation urbanisme/transport : approche dans la perspective du développement durable." Rapport technique, PREDIT.

Beauguitte, L. (2010), "Graphes, réseaux, réseaux sociaux : vocabulaire et notation." *Synthèse du groupe f.m.r.*

Beauguitte, L. (2011), "Blockmodeling et équivalences." *Synthèse du groupe f.m.r.*, 5, 1–9.

Beauguitte, L. (2013), "L'analyse des graphes bipartis." *Synthèse du groupe f.m.r.*

Belliot, M. (dir.) (2006), "Habitat, formes urbaines : densités comparées et tendances d'évolution en france." Rapport technique, FNAU.

Berger, M. (1990), "À propos des choix résidentiels des périurbains : peut-on parler de stratégies territoriales ?" *Strates*, 5, [online].

Berger, M. (1999), "Mobilité résidentielle et navettes domicile-travail en ile-de-france." *Espace, populations, sociétés*, 1999-2, 207–217.

Berger, M. (2006), "Périurbanisation et accentuation des logiques ségrégatives en Île-de-france." *Hérodote*, 122, 198–211.

Berger, M., C. Aragau, et L. Rougé (2014), "Vers une maturité des territoires périurbains ?" *EchoGéo*, 27, [online].

Berger, M. et T. Saint-Gérand (1993), "La division sociale de l'espace périurbain en ile-de-france." *Strates. Matériaux pour la recherche en sciences sociales*, 7, [online].

Berroir, S. (1996), "L'espace des densités dans la ville : théories et modélisations." *Espace géographique*, 25 (4), 353–368.

Berroir, S., N. Cattan, M. Guérois, F. Paulus, et C. Vacchiani-Marcuzzo (2012), "Les systèmes urbains français." Rapport technique, Datar.

Bertin, J. (1970), "La graphique." *Communications*, 15, 169–185.

Bessy-Pietri, P. (2000), "Les formes récentes de la croissance urbaine." *Economie et statistique*, 336, 35–52.

Béguin, H. (1979), *Méthodes d'analyse géographique quantitative. Un précis de techniques de géographie quantitative*. Litec.

Béhar, D. (2002), "Le département : intercesseur territorial ?" *INTER-REGIONS, la revue des agences de développement et des comités d'expansion*, 240, 2–7.

Billard, G. et A. Brennetot (2010), “Le péririurbain a t-il mauvaise presse ? analyse géoéthique du discours médiatique à propos de l’espace périurbain en france.” *Articulo-Journal of Urban Research*, 5, [online].

Bonnefoy, J-L., D. Pumain, et C. Rozenblat (1996), “Théorie des graphes et interactions non gravitaires.” In *Analyse spatiale des données biodémographiques* (J-P. Bocquet-Appel, D. Courgeau, et D. Pumain, eds.), John Libbey Eurotext.

Bonnin, S. et L. Rougé (2008), “Les « captifs » du périurbain 10 ans après.” Rapport technique, CERTU – DGUHC.

Bonnin Oliveira, S. (2012), *Intégration des espaces périurbains à la planification métropolitaine et recompositions territoriales : l’exemple toulousain*. Thèse de doctorat, Université Toulouse 2 Le Mirail.

Boulahbal, M (2000), *Les territoires de la mobilité quotidienne : définition du concept d’urbanisation et de caractéristiques individuelles*. Thèse de doctorat, Ecole nationale des ponts et chaussées.

Boulahbal, M (2001), “Effet polarisant du lieu de travail sur le territoire de la vie quotidienne des actifs.” *Recherche - Transports - Sécurité*, 73, 43–64.

Bouly de Lesdain, S. (2003), “Nouvelles configurations spatiales et mobilités dites « réversibles ».” In *Ville mobile* (A. Delarge, P. Gaudin, J Spire, et H. Zuber, eds.), 29–39, Grâne : Créaphis, Éditions Créaphis.

Bourdieu, P., S. Bouhedja, R. Christin, et P. Givry (1990), “Un placement de père de famille. la maison individuelle : spécificité du produit et logique du champ de production.” *Actes de la recherche en sciences sociales*, 81-82, 6–33.

Bourdin, A. (2001), “L’étalement urbain, un mode de vie.” *Études foncières*, 94, 8–9.

Breiger, R.L., S.A. Boorman, et P. Arabie (1975), “An algorithm for clustering relational data with applications to social network analysis and comparison with multidimensional scaling.” *Journal of Mathematical Psychology*, 12, 328–383.

Brès+Mariolle (2011), “Les figures d’une éco-mobilité périurbaine entre intermodalité obligée et densité dispersée : le carré picard au filtre de l’accessibilité durable.” Rapport technique, PUCA.

Brès+Mariolle, Gérau Conseil, et UMR Prodig (2007), "Potentiel de densification autour des pôles et des axes de transport en commun." Rapport technique, Direction régional de l'équipement d'Île-de-France.

Bruck, L., J-M. Halleux, J-M. Lambotte, et B. Merenne-Schoumaker (2000), "Les surcouts des services publics collectifs liésà la périurbanisation : les réseaux d'infrastructures et les services de desserte." Rapport technique, SEGEFA.

Brueckner, J. et Y. Zenou (2003), "Space and unemployment : The labor-market effects of spatial mismatch." *Journal of Labor Economics*, 21, 242–266.

Brun, J. (2001), "Nouvelles approches." In *La ville aujourd'hui, Histoire de la France urbaine* (M. Roncayolo, ed.), Paris, Seuil, coll. "Point Histoire".

Bunel, M. et E Tovar (2012), "Local job accessibility measurement : When the model makes the results : Methodological contribution and empirical benchmarking on the paris region." *EconomiX Working Paper*, 22.

Burchell, Robert W, George Lowenstein, William R Dolphin, Catherine C Galley, Anthony Downs, Samuel Seskin, Katherine Gray Still, et Terry Moore (2002), "Costs of sprawl–2000." *Transit Cooperative Research Program (TCRP), Report 74*.

Burt, R. (1976), "Positions in networks." *Social Forces*, 55(1), 93–122.

Burton, E., K. Williams, et M. Kenks (1996), "The compact city and urban sustainability : conflicts and complexities." In *The compact city : a sustainable urban form ?* (M. Jenks, K. Williams, et E. Burton, eds.), 231–247, Spon Press, London.

Butts, Carter T. (2013), *sna : Tools for Social Network Analysis*. URL `http://CRAN.R-project.org/package=sna`. R package version 2.3-1.

Cailly, L. (2008), "Existe-t-il un mode d'habiter spécifiquement périurbain ?" *EspacesTemps.net*, [online].

Callen, D. (2010), "La fabrique des lotissements périurbains par les grands promoteurs immobiliers en ile de france : des modèles standardisés ?" In *Les premières journées du Pôle Ville de l'Université Paris-Est : "Ville, Transport, Territoire, Quoi de neuf ?", Champs-sur-Marne*.

Calvet, M. (2010), “Coûts et avantages des différentes formes urbaines, synthèse de la littérature économique.” Rapport technique, Service de l’économie, de l’évaluation et de l’intégration du developpement durable du commissariat général au développement durable.

Carvalho, H., M. Drevelle, et M. Hucault, M. ans Maisonobe (2009), *La production de logement dans le périurbain de l’Oise*. Mémoire de master, Université Paris 1 - Panthéon Sorbonne.

Casetti, E. (1973), “Testing for spatial-temporal trends : an application to urban population density trends using the expansion method.” *The Canadian Geographer*, 127–137.

Castel, J-C. (2005a), “Le marché favorise t-il la densification ? peut-il produire de l’habitat alternatif à la maison individuelle ?” In *Colloque ADEF du 14-10-2005*.

Castel, J-C. (2005b), “Les coûts de la ville dense ou étalée.” Rapport technique, CERTU.

Castel, J-C. (2007), “De l’étalement urbain à l’émiettement urbain : Deuxtiers des maisons construites en diffus.” *Annales de la recherche urbaine*, 102, 89–96.

Castel, J-C. (2010), “De l’étalement à l’émiettement urbain de l’habitat. nouvelles données, nouvelles questions.” Rapport technique, CERTU.

Castex, E. et D. Josselin (2007), “Temporalités éclatées : la réponse des transports à la demande aux nouvelles formes de mobilité.” *Espace populations sociétés,*, 2–3, 433–447.

Cattan, N. (2004), “Le monde au prisme des réseaux aériens.” *Flux*, 58, 32–43.

Cattan, N. et F. Delisle (2010), “Formes de villes en europe et aux etats-unis.” *Mappemonde*, 97, [online].

Cauvin, C. et S. Rimbert (1976), *La lecture numérique des cartes thématiques*. Éditions universitaires de Fribourg.

Certu, ed. (2005), *Bus à haut niveau de service – concept et recommandations*. Certu, Lyon.

Certu (2010a), *Articuler urbanisme et transport, chartes, contrat d’axe. . .*.

Certu (2010b), “Bhns périurbains.” In *Les CHNS, extension du concept BHNS sur les territoires périurbains, journée d'échanges du 18 mai 2010*.

Certu (2012), “Coopération entre autorités organisatrices de transports - les communautés de transports allemandes source d'inspiration pour les syndicats mixtes sru français ?” *Le Point sur*, 26, 1–12.

Certu, CETE Nord-Picardie (2014), *Les syndicats mixtes SRU*.

Cervero, R. (1994), “Transit-based housing in california : evidence on ridership impacts.” *Transport Policy*, 1, 174–183.

Cervero, R., ed. (2004), *Transit-Oriented Development in the United States : Experiences, Challenges, and Prospects*. TRB's Transit Cooperative Research Program (TCRP), Report 102.

Cervero, R., T. Rood, et B . Appleyard (1995), “Job accessibility as a performance indicator : An analysis of trends and their social policy implications in the san francisco bay area.” *Working paper UCTC*, 366, University of California Transportation Center, Berkeley.

Cervero, R. et K. L. Wu (1997), “Polycentrism, commuting, and residential location in the san francisco bay area.” *Environment and Planning A*, 29(5), 865–886.

Cervero, R. et K.L. Wu (1998), “Sub-centring and commuting : evidence from the san francisco bay area.” *Urban Studies*, 35-7, 1059–1076.

Chalas, Y. et G. Dubois-Taigne (1997), *La ville émergente*. Editions de l'Aube.

Chalonge, L. et X. Desjardins (2012), “Enfin libres ? a la recherche des proximités dans l'urbain dispersé.” *Etudes foncières*, 158, 14–18.

Champsaur, P. (2001), “Inventaire communal 1998 - synthèse.” *Synthèse INSEE*, 52.

Charmes, E. (2009), “L'explosion périurbaine.” *Etudes foncières*, 138.

Charmes, E. et J-M. Léger (2009), “Retour sur «la ville émergente».” *Flux*, 75, 80–98.

Chausse, A. et D. Bouf (1994), “Tailles de villes et coûts de transport.” *Cahiers scientifiques du transport (Les)*, 17–34.

Chavouet, J-M. et J-C. Fanouillet (2000), "Forte extension des villes entre 1990 et 1999." *INSEE Première*, 707, 1–4.

Chevalier, M. (2001), "L'usage et l'accès à l'automobile : une liberté sous contraintes pour les personnes et ménages à faibles ressources." Rapport technique, Predit, PUCA.

Choay, F. (1965), *L'urbanisme, utopies et réalités*. Seuil.

Christaller, W. (1933), *Die zentralen Orte in Süddeutschland*.

Christaller, W. (1966), *Central places in southern Germany*. Prentice-Hall.

Clanché, F. et O. Rascol (2011), "Le découpage en unités urbaines de 2010. l'espace urbain augmente de 19 Première", 1364, 1–4.

Colin Buchanan & Partners (1996), "A study into the publics awareness of transport issues." Rapport technique, City of Edinburgh Council.

Conseil d'Etat (2001), *L'urbanisme, pour un droit plus efficace*. La Documentation Française.

Cornille, U., M. Drevelle, M. Menuge, M. Morlot, et E. Vilchez (2009), *Dynamiques urbaines et étoiles ferroviaires : les exemples d'Amiens, Lille, Metz, Rennes et Strasbourg*. Mémoire de master, Université Paris 1 - Panthéon Sorbonne.

Coudroy de Lille, L. (1998), "Histoire des formes urbaines ou formes d'une histoire urbaine." *Revue TTS, MELT*.

Coulson, E., D. Laing, et P. Wang (2001), "Spatial mismatch in search equilibrium." *Journal of Labor Economics*, 19, 949–972.

Courteix, J. (2013), *Emboîtement de compétences relatives aux transports publics et frontières institutionnelles dans une agglomération multipolaire : le cas des Alpes-Maritimes.* Thèse de doctorat, Université de Cergy-Pontoise.

Coutard, O., G. Dupuy, et S. Fol (2002), "La pauvreté périurbaine : dépendance locale ou dépendance automobile." *Espaces et Sociétés*, 108-109, 155–176.

Coutras, J. (1987), *Des villes traditionnelles aux nouvelles banlieues, l'espace public au féminin*. SEDES, Paris.

Crépin, O. (2010), “Transports collectifs : l’impossible équation financière.” *Intercommunalités*, 145, 13–14.

Cullinane, S. et S. Gordon (1998), *Rural Transport Policy*. Pergamon.

Debroux, J. (2011), “Accéder à la maison individuelle en zone périurbaine : passé résidentiel, position dans le cycle de vie et sphères d’identification.” *Métropoles*, 10, [online].

Derycke, P-H. (1992), *Espace et dynamiques territoriales*. Economica.

Desjardins, X. (2009), “De la pertinence des périmètres à la consistance des politiques : le défis de la planification territoriale.” In *Intercommunalité : politique et territoire* (P. Boino et X. Desjardins, eds.), La Documentation Française, Paris.

Desjardins, X. et M. Drevelle (2013), “Les inégalités sociales de desserte et d’accessibilité : le réseau ferroviaire francilien face aux mutations territoriales depuis 1975.” In *Colloque international de la commission de géographie des transports "Transport et métropolisation", Toulouse, 10-12 septembre*.

Desjardins, X. et B. Leroux (2007), “Les schémas de cohérence territoriale : des recettes du développement durable au briicolage territorial.” *Flux*, 69, 6–20.

Desjardins, X., S. Seguret, et F. Beaucire (2011), “Urbanisation et corridors ferroviaires : quel degré de relation ?” In *Données urbaines, tome 6* (D. Pumain et M-F. Mattei, eds.), Economica, collection Villes.

Desjardins, Xavier et Matthieu Drevelle (2014), “Trends in the social disparities in access to jobs by train in the paris region since 1975.” *Town Planning Review*, 85, 155–170.

DGCL, Direction générale des collectivités locales (2004), “Les finances des départements 2004.” Rapport technique, Ministère de l’intérieur et de l’aménagement du territoire.

Dobruszkes, F., M. Hubert, L. Laporte, et C. Veiders (2011), “Réorganisation d’un réseau de transport collectif urbain, ruptures de charge et mobilités éprouvantes à bruxelles.” *Articulo - Journal of Urban Research*, 7, [online].

Dodier, R. (2009), *Individus et groupes sociaux dans l’espace. Apports à partir de l’exemple des espaces périurbains. Volume 3 : inédit*. Habilitation à diriger des recherches, Université du Maine.

Dodier, R. (2013), “Modes d’habiter périurbains et intégration sociale et urbaine.” *EspacesTemps.net*, [Online].

Donzelot, J. (2009), *La ville à trois vitesses*. Editions de la Villette, Paris.

Drevelle, M. (2010), *Spatial mismatch and public transports in Cape Town. Écarts et tensions entre objectifs métropolitains et enjeux locaux d’une reconfiguration des transports urbains*. Mémoire de master, Université Paris 1 – Panthéon Sorbonne.

Drevelle, M. (2011a), “Global modelisation and local characteristics of french periurban spatial organization.” In *17th European Colloquium on Quantitative and Theoretical Geography*. Athènes, 2–5 septembre 2011.

Drevelle, M. (2011b), “Les effets de la mise en service des tcsp urbains sur l’organisation du transport interurbain routier : quel impact pour l’accessibilité des territoires d’entre deux ?” In *Colloque international de la commission de géographie des transports "Les territoires face aux transports en commun en site propre"*. Strasbourg, 15–16 septembre 2011.

Drevelle, M. (2011c), “Un bhns pas comme les autres : le car à haut niveau de service.” In *Groupe d’échange BHNS Veolia-Transdev 2011, Nantes, 5-6 décembre 2011*.

Drevelle, M. (2012a), “Le concept de car à haut niveau de service (chns) face aux réalités territoriales : enjeux, définitions et perspectives.” Rapport technique, Transdev, programme innovation 2011.

Drevelle, M. (2012b), “Les effets de la mise en service des tcsp urbains sur l’organisation du transport interurbain par autocar : quel impact pour l’accessibilité des territoires d’entre-deux ?” *Revue Géographique de l’Est*, 52 (1-2), [online].

Drevelle, M. (2012c), “Structure des navettes domicile-travail et polarités secondaires autour de montpellier.” *M@ppemonde*, 107, [online].

Drevelle, M. (2013a), “B comme blockmodel.” *Carnet de recherche du groupe fmr*, [online].

Drevelle, M. (2013b), “E comme équivalences.” *Carnet de recherche du groupe fmr*, [online].

Drevelle, M. (2013c), “How does periurban morphology impact public transport cost in low density areas : an analysis of 100 french metropolitan areas.” In *18th European Colloquium on Quantitative and Theoretical Geography*. Dourdan, 5–9 septembre 2013.

Drevelle, M. et P.H. Emangard (2013), “Typologie et desservabilité des espaces périurbains.” Rapport technique, PREDIT.

Drevelle, M. et P.H. Emangard (2015), *Atlas de la France périurbaine, morphologie et desservabilité*. Economica, collection méthodes et approches.

Drevelle, M., J. Maulat, V. Miclot, M. Morlot, N. Persyn, L. Petibon, et V. Vivero Vera (2010), “La densification autour des gares à l’épreuve de la géographie des potentiels d’accès et des pratiques de déplacements.” Rapport technique, Contribution au projet de recherche du CSTB "L’articulation urbanisme transport : enjeux pour la ville durable et la lutte contre le changement climatique".

Drevelle, M., J. Maulat, V. Miclot, M. Morlot, N. Persyn, L. Petibon, et V. Vivero Vera (2011), “Habiter près d’une gare, oui, mais où mènent les trains ? l’accessibilité ferroviaire à partir de brétigny-sur-orge, de 1968 à . . . 2025.” *Transports Urbains*, 118, 19–23.

Détang-Dessendre, C. et C. Gaigné (2009), “Unemployment duration, city size, and the tightness of the labor market.” *Regional Science and Urban Economics*, 39, 266–276.

Dubois, D. (2013), “Transports périurbains, quelle complémentarité entre autocars et ter ? analyse à partir de 11 liaisons périurbaines.” In *Journée technique CoTITA Centre-Est, 28 mai 2013*.

Dubois-Taigne, G. et Y. Chalas (1997), *La ville émergente*. La Tour d’Aiguës, Éditions de l’Aube.

Ducruet, C. (2010), “Les mesures locales d’un réseau.” *Synthèse du groupe f.m.r.*, 3, 1–10.

Duguet, E., Y. L’Horty, et F. Sari (2009), “Sortir du chômage en Île-de-france. disparités territoriales, spatial mismatch et ségrégation résidentielle.” *Revue Économique*, 60, 979–1010.

Dujardin, C., H. Selod, et I. Thomas (2008), “Residential segregation and unemployment : The case of brussels.” *Urban Studies*, 45 (1), 89–113.

Dupuy, G. (1991), *L'urbanisme des réseaux*. Armand Colin.

Dupuy, G. (1993), "Géographie et économie des réseaux." *Espace géographique*, Tome 22, n.3, 193–209.

Dupuy, G. (1995), "The automobile system : a territorial adaptater." *Flux*, 21, 21–36.

Dupuy, G. (1999), *La dépendance automobile : symptômes, analyses, diagnostic, traitements*. Anthropos, Paris.

Dupuy, G. et P. Sajous (2000), "L'étalement péri-urbain : perspectives internationales." In *Données Urbaines 3* (M-F. Mattei et D Pumain, eds.), Paris, Anthropos.

Emangard, P-H. (1991), *L'efficacité commerciale et financière des transports publics urbains provinciaux*. Thèse de doctorat, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

Emangard, P.H. (2001), "Des agglomérations aux archipels." In *Villes du XXIe siècle - Quelles villes voulons-nous ? Quelles villes aurons-nous ? Actes du colloque de La Rochelle*.

Emangard, P.H. (2008), "Diversité des formes de la périurbanisation en france." In *Journées ESIU, Paris – La Défense*.

Essonne, Conseil Général (2011), "La gare autoroutière de briis-sous-forges." In *Journée technique Cotita IdF, 15 novembre 2011*.

Faivre D'Arcier, B. (2010), "La situation financière des transports publics urbains est-elle «durable» ?" *Cahiers scientifiques du transport (Les)*, 58, 3–28.

Faivre D'Arcier, B. et G. Brun (2012), "Financement durable des transports publics urbains. de la prospective à l'aide à la décision." *Le Point sur (Commissariat général au développement durable)*, 140.

Faivre D'Arcier, B. (dir.) (2008), "Prospective pour un financement durable des transports publics urbains." Rapport technique, Predit.

Faivre D'Arcier, B. (dir.) (2012), "Mesure de la performance des lignes de transport public urbain. projet aperol : Amélioration de la performance économique des réseaux par l'optimisation des lignes." Rapport technique, Predit 6 – Go6.

Farrington, J. (2007), “The new narrative of accessibility : its potential contribution to discourses in (transport) geography.” *Journal of Transport Geography*, 15, 319–330.

Faure, A. (1993), “A l’aube des transports de masse : l’exemple des "trains ouvriers" de la banlieue de paris (1883-1914).” *Revue d’histoire moderne et contemporaine*, avril-juin 1993, 228–255.

Faust, K. (1988), “Comparison of methods for positional analysis : Structural and general equivalences.” *Social Networks*, 10(4), 313–341.

Floch, J-M. et D. Levy (2011), “Le nouveau zonage en aires urbaines de 2010. poursuite de la périurbanisation et croissance des grandes aires urbaines.” *INSEE Première*, 1375, 1–4.

Fol, S. (2010), “Encouragement ou injonction à la mobilité ?” *Projet*, 314.

Fol, S. et C. Gallez (2012), “L’accessibilité, une notion pour aborder les inégalités sociales d’accès à la ville ?” In *Séminaire du CRIA : L’accessibilité*.

Fouchier, V. (1997), *Les densités urbaines et le développement durable. Le cas de l’Ile-de-France et des villes nouvelles*. La Documentation Française.

François, D. (2010), “Se rendre au travail : distances et temps de transport s’allongent.” In *La mobilité des Français : Panorama issu de l’enquête nationale transports et déplacements 2008*, Commissariat Général au Développement Durable.

Frenot, S. (2009), “Toulouse, moteur de la forte poussée démographique en midi-pyrénées.” *6 pages de l’INSEE*, 116, 1–6.

Frère, Séverine, Philippe Menerault, et Isabelle Roussel (2000), “Pdu et dynamique des institutions à lille et à valenciennes.” *Recherche-Transports-Sécurité*, 69, 22–34.

Fujita, Masahisa et Hideaki Ogawa (1982), “Multiple equilibria and structural transition of non-monocentric urban configurations.” *Regional science and urban economics*, 12, 161–196.

Gabet, P. (2004), “Étude méthodologique sur la connaissance des déplacements des périurbains. tome 1 : Analyse de l’enjeu des périurbains en déplacements.” Rapport technique, Cete Nord Picardie, CERTU.

Gallez, C. (2007), “Intercommunalité, transports urbains et pouvoir d’agglomération. cinq trajectoires urbaines.” *Flux*, 2, 43–61.

Gallez, C. et V. Kaufmann (2010), “La coordination urbanisme-transport vue par le local : regards croisés sur quatre agglomérations suisses et françaises.” *Ville, Rail et Transports*, 38–45.

Gallez, Caroline (2010), “Les politiques de transports publics en France face à l’impératif de cohérence territoriale.” In *L’action publique face à la mobilité* (Gallez C. Kaufmann V. Maksim H., Vincent S., ed.), Logiques Sociales, 201–221, L’Harmattan. :halshs-00570366

Garaix, T., D. Josselin, D. Feillet, C. =Artigues, et E. Castex (2007), “Transport à la demande points à points en zone peu dense. proposition d’une méthode d’optimisation de tournées.” *Cybergeo : European Journal of Geography*, 396, [online].

Gaschet, F. et N. Gaussier (2004), “Urban segregation and labour markets within the bordeaux metropolitan area : an investigation of the spatial friction.” *Cahiers du GRES*, 2004-19, 1–28.

Gaudin, J-F. (2007), *Gouverner par contrat*. Presses de Sciences Po.

Genre-Grandpierre, C. (2007a), “Des « réseaux lents » contre la dépendance automobile ? concept et implications en milieu urbain.” *L’Espace géographique*, 36, 27–39.

Genre-Grandpierre, C. (2007b), “Qualité de l’offre et usage du transport public en milieu urbain.” *Cybergeo : European Journal of Geography*, 376, [online].

Genre-Grandpierre, C. (2011), “L’efficacité des déplacements aautomobile en milieu urbain.” In *Données urbaines, tome 6* (D. Pumain et M-F. Mattei, eds.), Economica, collection Villes.

Giscard-d’Estaing, V. (1976), *Démocratie Française*. Fayard, Paris.

Givaudan, A. (2001), *L’impossible destin des schémas directeurs d’aménagement et d’urbanisme*. Conférence présentée à l’initiative du Comité d’histoire du Ministère de l’équipement, CGPC.

Gobillon, L. et H. Selod (2007), “Les déterminants locaux du chômage en région parisienne.” *Economie et Prévision*, 180-181, 19–38.

Gosset, A. (2006), “L’enclavement résidentiel en ile-de-france.” Rapport technique, Institut d’Aménagement et d’Urbanisme de la Région Île-de-France.

Gothenburg, Traffikkontoret (1991), “Better interchange points in gothenburg. a conconcept program.” Rapport technique, Traffikkontorer.

Grasland, C. (2011), “Maxcor, a family of r program for the partition of flow matrices : Application to economic regionalization of the world in 1996 and 2006.” In *17th European Colloquium on Quantitative and Theoretical Geography, Athènes, 2-5 septembre 2011.*

Guelton, S. et F. Navarre (2010), “Les coûts de l’étalement urbain : urbanisation et comptes publics locaux.” *Flux*, 79-80, 34–53.

Guengant, A. (2005), “Des coûts d’urbanisation aux coûts de congestion des services publics locaux.” In *Les nouvelles frontières de l’économie urbaine* (N. Rousier C. Lacour, E. Perrin, ed.), Monde en cours, 88–100, éditions de l’Aube. :halshs-00103761

Guengant, M. (1989), “Les couts d’aménagement des lotissements communaux, l’exemple de la banlieue rennaise.” *Villes en parallèle*, 14, 130–151.

Guengant, M. (1992), *Les couts de la croissance périurbaine, l’exemple de l’agglomération rennaise.* ADEF.

Guerrinha, C. (2007), “Logiques urbanistiques et logiques de transports au sein d’une intercommunalité périurbaine. l’exemple de la construction territoriale du pays voironnais.” *Flux*, 68, 62–74.

Guerrinha, Christophe et Mariane Thébert (2006), “La gestion des déplacements, outil d’affirmation politique des communes périurbaines. une analyse des stratégies dans le bassin de rennes.” *Géocarrefour*, 81, 299–309.

Guillossou, M (1994), “Le marketing et les transports publics urbains : l’exemple du tramway de nantes.” *Public transport international*, 43, 71–74.

Guérois, M. (2003), *Les formes des villes européennes vues du ciel. Une contribution de l’image CORINE Land cover à la comparaison morphologique des grandes villes d’Europe occidentale.* Thèse de doctorat, Université Paris 1 - Panthéon Sorbonne.

Haggett, P. et H. Fréchou (1974), *L’analyse spatiale en géographie humaine.* Armand Colin, collection U.

Haggett, P. et K.A. Gunawardena (1964), "Determination of population thresholds for settlement functions by the reed-muench method." *The Professional Geographer*, 16(4), 6–9.

Halleux, J-M. et J-M. Lambotte (1999), "Evalutaiton des couts de la désurbanisation en termes de services publics collectifs." In *Rapport final de la subvention 1999, Thème 7.1. : Evaluation des couts de la désurbanisation*, Ministère de la Région wallonne, Conférence Permanente du Développement Territorial, LEPUR-ULg.

Handcock, Mark S., David R. Hunter, Carter T. Butts, Steven M. Goodreau, et Martina Morris (2003), *statnet : Software tools for the Statistical Modeling of Network Data*. Seattle, WA, URL `http://statnetproject.org`. :statnet

Hassaïne, Z. (2012), "L'éloignement des actifs de leur lieu de travail, facilité par l'utilisation courante de la voiture." *La Revue du CGDD, Urbanisation et consommation de l'espace, une question de mesure*, 61–66.

Haumont, N. (2001), *Les pavillonnaires*. Habitat et Sociétés, L'Harmattan, Paris.

Haywood, Russ (2005), "Co-ordinating urban development, stations and railway services as a component of urban sustainability : an achievable planning goal in britain ?" *Planning theory & practice*, 6, 71–97.

Headicar, P et C Curtis (1994), "Residential development and car-based travel : does location make a difference ?" In *Environmental issues. 22nd PTRC european transport forum, University of Warwick, England, September 12-16, 1994.*

Helluin, J-J. (2006), "Les effets de la règle des 15 km sur la maîtrise de l'étalement urbain." *Etudes foncières*, 120, 27–31.

Hivert, L. et J. Péan de Ponfilly (2000), "Inégalités d'accès à l'automobile - disparités d'équipement et d'usage entre les ménages les plus pauvres et les plus riches." Rapport technique, INRETS.

Hubert, J-P. et F. Delisle (2010), "L'allongement des déplacements quotidiens contribue à l'émergence d'espaces urbains multipolaires, tandis que la mobilité baisse au centre des grandes agglomérations." *La revue du CGDD*, 49–64.

Illich, I. (1973), *Energie et équité*. Paris, Seuil.

Inrets-Certu (2007), *Les intercommunalités et laes départements face aux enjeux des transports publics*.

Jacob, C. et R. Allio (2006), "Transports en commun sur les voies rapides en ile-de-france." Rapport technique, IAURIF (Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région Île-de-France).

Jaglin, S. (2010), "Etalement urbain, faibles densités et "coûts" de développement." *Flux*, 79-80, 6–15.

Jaillet, M-C. (1982), *Les pavillonneurs*. éd. du CNRS, Paris.

Jaillet, M-C. (2004), "L'espace périurbain : un univers pour les classes moyennes." *Esprit*, 303, 40–60.

Jaillet, M-C., L. Rougé, et C. Thouzellier (2004), "L'émergence de nouvelles figures de l'urbanité dans les modes de vie périurbains." In *Penser la ville sans bornes*.

Jemelin, C., L. Vodoz, et B. Pfister (2004), "Entre accélération et rupture d'équilibre : une société à deux vitesses." In *Les Territoires de la mobilité. L'aire du temps* (L. Vodoz, B. Pfister, et C. Jemelin, eds.), Presses polytechniques et universitaires romandes.

Jéguzo, Y. (2001), "La loi solidarité et renouvellement urbains : présentation générale." *AJDA*, 1, 9–17.

Jones, S. (1993), *The effects of Thamelinks on intercity rail demand*. Mémoire de master, ITS, University of Leeds.

Jouve, N. et C. Richer (2013), "Les syndicats mixtes sru, entre maturité et fragilité." In *Congrès ATEC-ITS*.

Julien, P ; (2000), "Mesurer un univers urbain en expansion." *Economie et statistique*, 336(1), 3–33.

Kain, J-F. (1968), "Housing segregation, negro employment, and metropolitan decentralization." *Quarterly Journal of Economics*, 82, 175–197.

Kain, J-F. et J.R. Meyer (1970), "Transportation and poverty." *The Public Interest*, 18, 75–87.

Kasarda, J. et K. Ting (1996), "Joblessness and poverty in american central cities : Causes and policy prescriptions." *Housing Policy Debate*, 18, 119–135.

Kaufmann, V. (2002), "Temps et pratiques modales. le plus court est-il le mieux ?" *Recherche Transports Sécurité*, 75, 131–143.

Kaufmann, V. (2005), "Mobilités et réversibilités : vers des sociétés plus fluides ?" *Cahiers Internationnaux de Sociologie*, 18, 119–135.

Kaufmann, V. et J-M. Guidez (1998), "Les citadins face à l'automobilité. les déterminants du choix modal." Rapport technique, CERTU-ADEME-UTP.

Kaufmann, V. et C. Jemelin (2003), "Articulation trnasports et urbanisme : quelles marges de manoeuvre ?" *Revue internationnale des sciences sociales*, 176, 329–339.

Kitamura, R., L. Laidet, C. Mokhtarian, P.and Buckinger, et F. Gianelli (1994), *Mobility and Livable Communities*. State of California Air Resource Board.

Korsu, E. et S Wenglenski (2010), "Job accessibility, residential segregation, and risk of long-term unemployment in the paris region." *Urban Studies*, 47 (11), 2279–2324.

Krattinger, Y. (2012), *Les transports publics locaux en France : mettre les collectivités territoriales sur la bonne voie*. Sénat, Rapport d'information 319.

Larousse (2002), *Le petit Larousse illustré*.

Lautier, F. (2000), "Les transformations des espaces de travail et la mobilité urbaine." In *Les territoires de la mobilité* (M. Bonnet et D. Desjeux, eds.), 69–83, PUF, Paris.

Le Goix, R. (2006), "Les gated communities aux États-unis et en france : une innovation dans le développement périurbain ?" *Hérodote*, 122, 107–137.

Le Goix, R. (2009), "Suburban morphologies and contextual effects." In *5th International Conference Private Urban Governance. Santiago, Chile*.

Le Jeannic, T. (1996), "Une nouvelle approche territoriale de la ville." *Economie et statistiques*, 294-295, 25–45.

Le Jeannic, T. (1997), “Trente ans de périurbanisation : extention et diluation des villes.” *Economie et statistiques*, 307, 21–41.

Le Jeannic, T. (2012), “Avec de longues distances en voiture pour aller travailler, la périurbanisation contribue aux émissions de co2.” *La Revue du CGDD, Urbanisation et consommation de l'espace, une question de mesure*, 79–86.

Le Jeannic, T. et J. Vidalenc (1997), “Pôles urbains et périurbanisation. le zonage en aires urbaines.” *INSEE Première*, 516, 1–2.

Levinson, D.M. (1998), “Accessibility and the journey to work.” *Journal of Transport Geography*, 6(1), 11–21.

Levy, D. et T. Le Jeannic (2011), “Un habitant de pôle urbain émet deux fois moins de co2 que la moyenne pour se rendre à son lieu de travail ou d'études.” *Insee Première*, 1357, 1–4.

Li, Y. (2003), “Evaluating the urban commute experience : a time perception approach.” *Journal of Public Transportation*, 6(4), 41–63.

Litman, T. (2008), “Valuing transit service quality improvements.” *Journal of Public Transportation*, 11 (2), 43–63.

London Transport (1988), “Research into interchange penalties on the london underground.” *Operational Research Note*, 88/24.

London Transport (1995), “Interchange penalty.” *Operational Research Report*, 95/5.

Longuar, Z., J-P. Nicolas, et D. Verry (2010), “Chaque français émet en moyenne deux tonnes de co2 par an pour effectuer ses déplacements.” *La revue du CGDD*, déc. 2010.

Loriot, P. (2008), “Etude expérimentale : Détermination d'un mos et calcul d'une tache urbaine à partir de la bd topo® de l'ign.” Rapport technique, CERTU.

Lorrain, F. et H.C. White (1971), “Structural equivalence of individuals in social networks.” *The Journal of Mathematical Sociology*, 1, 49–80.

Lévy, J. (2001), “Habiter l'espace avec, sans et contre les autres.” In *La maison en ses territoires, de la villa à la ville diffuse* (Pinson D. et Thomann S., eds.), L'Harmattan, Paris.

Lévy, J. et S. Thibault (2004), “Les échelles de l’habiter.” Rapport technique, PUCA.

Maulat, J. (2011), “Densifier autour des gares : l’injonction generique a l’epreuve des heritages territoriaux.” In *Journées d’études urbaines "Des métropoles hors-sol ? La déterritorialisation de la production de l’urbain en question", Lyon, 17 et 18 novembre 2011*.

Maulat, J. (2012), “Développement du transport ferroviaire périurbain et mutation des référentiels de l’action publique : vers une cohérence renouvelée entre réseau ferré et territoire ? le cas de la « ligne c » dans la métropole toulousaine.” *Revue Géographique de l’Est*, 51 (1–2), [online].

Maulat, J. (2014), *La coordination entre aménagement urbain et transport ferroviaire régional : le modèle à l’épreuve des territoires (à soutenir en 2014)*. Thèse de doctorat, Université Paris 1 - Panthéon Sorbonne.

Maulat, J. et A. Krauss (2014), “Using contrat d’axe to coordinate regional rail transport, stations and urban development : from concept to pratice.” *Town Planning Review*, 82(2), 287–311.

McMillen, Daniel P et Stefani C Smith (2003), “The number of subcenters in large urban areas.” *Journal of Urban Economics*, 53, 321–338.

Merceron, S. et M. Theulière (2010), “Les dépenses d’énergie des ménages depuis 20 ans : une part en moyenne stable dans le budget, des inégalités accrues.” *Insee Première*, 1315, 1–4.

Mercklé, P. (2012), “Les “odds ratios” sont-ils la meilleure façon de mesurer des inégalités ?” *quanti.hypotheses.org*, [en ligne].

Miet, D. et B. Le Foll (2010), “Faire émerger la ville durable des tissus pavillonnaires existants.” *projet ANR–BIMBY*.

Mignot, D. (2004), “Transport et justice sociale.” *Reflets et perspectives de la vie économique*, 4, 123–131.

Montpellier-Agglomération, Communauté d’Agglomération (2006), *Schéma de cohérence territorialle, Projet d’aménagement de développement durable*.

Morlet, O. (2001), *Coûts-avantages des basses densités résidentielles : état des lieux*. ADEF.

Mosnat, A et M. Sahabana (2002), “Bibliographie commentée sur l’intégration urbaine des pôles d’échanges.” Rapport technique, Certu.

Méot, T. (2009), “L’industrie automobile en france depuis 1950 : des mutations à la chaîne.” In *L’économie française, édition 2009*, INSEE.

Motte, B. (2006), *La dépendance automobile pour l’accès aux services aux ménages en grande couronne francilienne*. Thèse de doctorat, Université Paris 1 - Panthéon Sorbonne.

Motte-Baumvol, B. (2007), “Les populations périurbaines face à l’automobile en grande couronne francilienne.” *Norois*, 205, 53–66.

Motte-Baumvol, B., M.-H. Massot, et A.M. Byrd (2010), “Escaping car dependence in the outersuburbs of paris.” *Urban Studies*, 47(3), 604–619.

Musil, C., O. Ninot, S. Baffi, et Drevelle M. (2014), “Évolutions des systèmes de transport urbain en périphérie du cap et de hanoi. entre pragmatisme et ambitions métropolitaines.” In *Métropôles au suds, le défis des périphéries ?* (J-L. Chaléard, ed.), Karthala, Hommes et sociétés.

MVA (1985), “Interchange.” Rapport technique, British Rail Board.

Nessi, H. (2012), *Incidences du contexte urbain et du rapport au cadre de vie sur la mobilité de loisir*. Thèse de doctorat, Ecole des Ponts ParisTech.

Newling, B.E. (1969), “The spatial variation of urban population densities.” *Geographical Review*, 59, 242–252.

Newman, O. (1973), *Defensible space : Crime prevention through urban design*. New York, Collier Books.

Newman, O. (1966). Creating defensible space. Diane Publishing. (1996), *Creating defensible space*. Diane Publishing.

Newman, P. et J. Kenworthy (1989), *Cities and automobile dependence : an international sourcebook*. Brookfield, Gower Publishing.

Newman, P. et J. Kenworthy (1999), *Sustainability and Cities : Overcoming Automobile Dependence*. Island Press, Washington, D.C.

Nicot, B.H. (1996), “Une mesure de l’étalement urbain en france : 1982-1990.” *Revue d’Economie Régionale et Urbaine*, 1, 71–98.

Noam, E.M. (1991), "Networks tipping and the tragedy of the common network : a theory for the formation and breakdown of public telecommunications systems." *Communication & Stratégies*, 1, 49–86.

ODT, Office Fédéral du développement territorial (2000), *Les coûts des infrastructures auaugmente avec la dispersion des constructions.*

O'Farrel, P. et J. Markham (1979), "Commuter perception of public transport work journey." *Environment and Planning*, 6, 79–100.

Offner, JM., P. Menerault, et S. Sachet (2002), "Les transports urbains : entre secteurs, réseaux et territoires." *Annuaire des collectivités locales*, 22, 169–183.

Ollivro, J. (2000), *L'homme à toutes vitesses. De la lenteur homogène à la rapidité différenciée.* Presses Universitaires de Rennes.

Orange, G. (2009), "Développement durable et contreproductivité : un regard illichien vers une rse de seconde génération développement durable et contreproductivité : un regard illichien vers une rse de seconde génération." In *4ème colloque du RIODD « La RSE : une nouvelle régulation du capitalisme ? », Lille, 25-26-27 juin 2009.*

Orfeuil, J-P. (1998), "Dis-moi où tu habites, je te dirais comment tu te déplaces." In *Données urbaines, T2* (D. Pumain et M-F. Mattei, eds.), Anthropos, Paris.

Orfeuil, J-P. (2000), *Stratégie de localiation. Ménages et sevrvices dans l'espace urbain.* La Documentation Française, Paris.

Orfeuil, J-P. (2003), "L'automobilisme : entre autonomie et dépendance." *Chabiers de Conseil général des Ponts et Chaussées*, 7, 20–23.

Orfeuil, J-P. (2004), "Accessibilité, mobilité, inégalités : regards sur la question en france aujourd'hui." In *Transports, pauvretés, exclusions*, Paris, Éditions l' Aube.

Orfeuil, J.-P. et D. Soleyret (2002), "Quelles interactions entre les marchés de la mobilité à courte et à longue distance ?" *Recherche Transports Sécurité*, 76, 208–221.

Orfeuil, Jean-Pierre (2006), "Les coûts des déplacements urbains : la durabilité du modèle en question." *Revue d'économie financière*, 86, 65–79.

Oscar Faber (1996), “Ameliorating the disbenefits of rail interchange.” Rapport technique, Rail Operational Reasearch.

Paulus, P. et D. Pumain (2002), “Répartition de la croissance dans le système des villes françaises.” *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*, 2002/1, 35–48.

Pinol, J.L. (1991), *Le monde des villes au XIXe siècle*. Hachette.

Pinson, G. (2009), *Gouverner la ville par projet : urbanisme et gouvernement des villes européennes*. Presses de Sciences Po.

Piolle, X. (1991), “Proximité géographique et lien social, de nouvelles formes de territorialité ?” *L'espace géographique*, 4, 349–358.

Piron, O. (2007), “Les déterminants éeconomique de l'étalement urbain.” *Etudes foncières*, 129.

Potier, F. (2007), “Le périurbain - quelles connaissances ? quelles approches ?” Rapport technique, CERTU - Inrest.

Préteceille, E. (2006), “La ségrégation sociale a-t-elle augmenté ? la métropole parisienne entre polarisation et mixité.” *Sociétés contemporaines*, 62, 69–93.

Pugh, M. (1998), *Barriers to work : the spatial divide between jobs and welfare recipients in metropolitan areas*. Center on Urban and Metropolitan Policy, the Brookings Institution.

Pumain, D. (1982), “Chemin de fer et croissance urbaine au xixe siècle.” *Annales de géographie*, 91 (507), 529–550.

Quetelard, B. (2010), “Se rendre au travail ou faire ses courses motive toujours un déplacement quotidien sur deux. le recours à la voiture se stabilise.” In *La mobilité des Français : Panorama issu de l'enquête nationale transports et déplacements 2008*, Commissariat Général au Développement Durable.

Radil, S., C. Flint, et G. Tita (2010), “Spatializing social networks : Using social network analysis to investigate geographies of gang rivalry, territoriality, and violence in los angeles.” *Annals of the Association of American Geographers*, n.100, vol 2, 307–326.

Raoul, E. et M. Casteigts (2011), “La mobilité et les transports dans les territoires ruraux.” Rapport technique, Conseil général de l'environnement et du développement durable – Inspection générale de l'administration.

Renard, V. (2006), “Le financement de la ville.” *Revue d'économie financière*, 86, 147–156.

Renne, J.L. et J.S. Wells (2004), “Emerging european-style planning in the usa : Transit-oriented development.” *World Transport Policy & Practice*, 10(2), 12–24.

Ribeill, G. (1985), “Aspects du développement du réseau ferré français sur la longue durée. l'approche historique.” *Cahier / Groupe Réseaux*, 1, 10–25.

Richer, C. (2007a), *Multipolarités urbaines et intermodalité : les pôles d'échanges, un enjeu pour la coopération intercommunale ?* Thèse de doctorat, Université des Sciences et Technologie de Lille-Lille I.

Richer, C. (2007b), “Quelles politiques intermodales dans la planification territoriale ?” *Flux*, 69, 35–48.

Richer, C., S. Hasiak, et N. Jouve (2011), “Les syndicats mixtes de transport de la loi sru : un outil pour la gouvernance interterritoriale des mobilités ?” *Flux*, 83, 51–67.

Richer, Cyprien (2009), “Transports publics et recompositions territoriales dans le Nord-Pas-de-Calais.” *Mappemonde*, 3, 18 p. Article également disponible en ligne http ://mappemonde.mgm.fr/num23/articles/art09305.html. :halshs-00460382

Rémy, J. et L. Voyé (1992), *La ville : vers une nouvelle définition*. L'Harmattan, Villes et Entreprises, Paris.

Robin, M. (2010), “La motorisation des ménages continue de s'accroître au prix d'un vieillissement du parc automobile.” In *La mobilité des Français : Panorama issu de l'enquête nationale transports et déplacements 2008*, Commissariat Général au Développement Durable.

Rougé, L. (2005), *Accession à la propriété et modes de vie en maison individuelle des familles modestes installées en périurbain lointain toulousain. Les « captifs » du périurbain ?* Thèse de doctorat, Université de Toulouse II – Le Mirail.

Rougé, L. (2007), “Inégale mobilité et urbanité par défaut des périurbains modestes toulousains.” *EspacesTemps.net*, [online].

Rougé, L. (2009), “L’installation périurbaine entre risque de captivité et opportunités d’autonomisation.” *Articulo - Journal of Urban Research*, 5, [online].

Roux, E. et M. Vanier (2008), *La périurbanisation : problématiques et perpectives*. La Documentation Française, Paris.

Rovira, I, F. Dujardin, et H. Zéradine (2007), “La tarification unique dans les transports publics départementaux.” Rapport technique, GART.

Runkel, M. (1994), “Iinterchange in public transports.” Rapport technique, Hamburger Verkehrsverbund.

Sajous, P. (2004), “Habiter en espace périurbain et usages de la voiture.” *Espaces Géographiques et Sociétés (ESO)*, 21, 125–134.

Schwanen, T., F.M. Dieleman, et M. Dijst (2001), “Travel behaviour in dutch monocentric and polycentric urban systems.” *Journal of Transport Geography*, 9, 173–186.

SEEIDD, Service de l’économie, de l’évaluation et de l’intégration du développement durable (2010), *Les comptes des transports en 2009. Tome 2 : Les dossiers d’analyse économique des politiques publiques des transports*. Commissariat général au développement durable.

Sencebe, Y. et D. Lepicier (2007), “Migrations résidentielles de l’urbain vers le rural en france : différenciation sociale des profils et ségrégation spatiale.” *EspacesTemps.net*, [online].

SOeS, Service de l’observation et des statistiques (2005), “Les transports par autocars en 2005.” *SESP Infos rapides*, 304.

SOeS, Service de l’observation et des statistiques (2009), “Le transport collectif routier de voyageurs.” *Chiffres & Statistiques*, 83.

SOeS, Service de l’observation et des statistiques (2010), “Le transport collectif routier de voyageurs en 2009.” *Chiffres & Statistiques*, 129.

SOeS, Service de l’observation et des statistiques (2011), “Le transport collectif routier de voyageurs : 3 milliards de kilomètres parcourus en 2010.” *Chiffres & Statistiques*, 228.

SOeS, Service de l’observation et des statistiques (2012), “Le transport collectif routier de voyageurs en 2011 : en progression depuis deux ans.” *Chiffres & Statistiques*, 324.

Stead, D. (2003), “Les politiques des transports et de l’aménagement du territoire sont-elles vraiment coordonnées ?” *Revue internationnale des sciences sociales*, 176, 371–387.

Stead, D. et S. Marshall (2001), “The relationships between urban form and travel patterns. an international review and evaluation.” *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 1, 113–141.

Stock, M. (2004), “L’habiter comme pratique des lieux géographiques.” *EspacesTemps.net*, [online].

Stokes, G. et G. Parkhurst (1996), “Change though interchange : making complex jjourney easier.” Rapport technique, Rees Jeffreys Road Fund.

Sultana, Selima (2000), “Some effects of employment centers on commuting times in the atlanta metropolitan area, 1990.” *Southeastern Geographer*, 40, 225–233.

Surowiec, C. et E. Minvielle (2002), “La couverture des aires urbaines par les périmètres de transports urbains : les cas de 29 aires urbaines.” Rapport technique, Notes de synthèse du SES.

SYPTE, South Yorkshire Transport Executive (1996), “Surveys of interchange attributes.” Rapport technique.

Tailhades, B. (2011), “Nouvelles aires urbaines : L’influence des villes-centre renforcée en languedoc-roussillon sous l’effet de la densification et de la recomposition des pôles urbains.” *INSEE Repères Chiffre pour l’économie du Languedoc-Roussillon*, 7, 1–6.

TarnBus (2010), “Les thns interurbains dans le tarn.” Rapport technique, Conseil général du Tarn.

Transisère (2009), “Vers un chns périurbain.” Rapport technique, Conseil Général de l’Isère.

TRRP, Transport & Road Research Laboratory (1980), *The demand for public transport : report of the international collaborative study of the factors affecting public transport patronage.* Crowthorne, England.

Vilmin, T. (2006), “Le système local de l’urbanisation en maisons iindividuelle, etude de cas en ile-de-france.” Rapport technique, PUCA, ministère de l’équipement.

Wachs, M. et G.T. Kumagai (1973), "Physical accessibility as a social indicator." *Socio- Economic Planning Sciences*, 7, 437–456.

Wardman, M. (1983), *Interchange and the demand for rail travel*. Mémoire de master, ITS, University of Leeds.

Wardman, M. (1998), "Areview of british evidence on the valuation of time and service quality." Rapport technique, Workin paper, 525, ITS, University of Leeds.

Wardman, M. et J. Hine (2000), *Costs of interchange : a review of the literature*. Leeds,University of Leeds, Institute of transport studies.

Wenglenski, S. (2003), *Une mesure des disparités sociales d'accessibilité au marché de l'emploi en Ile-de-France*. Thèse de doctorat, Université Paris XII Val de Marne.

Wenglenski, S et J.P. Orfeuil (2004), "Differences in accessibility to the job market according to social status and place of residence in the paris area." *Built Environment*, 30(2), 116–126.

Wiel, M. (1999a), "Forme et intensité de la périurbanisation et aptitude à la canaliser." Rapport technique, PREDIT.

Wiel, M. (1999b), *La transition urbaine ou le passage de la ville pédestre à la ville motorisée*. Mardaga.

Wiel, M. (2000), "La notion d'agglomération restreinte dans l'analyse de la périurbanisation." *Octant*, 82, 10–13.

Wiel, M. (2002), *Ville et automobile*. Descartes.

Wiel, M. (2006), "Vitesse ou densité ?" *Territorio*.

Wilson, W.J. (1987), *The Truly Disadvantaged : The Inner City, the Underclass and Public Policy*. University of Chicago Press, Chicago.

Wilson, W.J. (1997), *When work disappears : The world of the new urban poor*. Random House Digital, Inc.

Wolff, J-P. (2005), "Évolution ferroviaire dans le grand ouest." *Norois*, 197, 107–119.

Wright, L. et W. Hook, eds. (2007), *Bus Rapid Transit Planning Guide*. ITDP (Intstitute for Transportation & Development Policy).

Zembri, P. (1997), "L'émergence des réseaux ferroviaires régionaux en france : quand un territoire institutionnel modifié s'impose au territoire fonctionnel." *Flux*, 29, 25–40.

Zembri, P. (2005), "Planification." In *Géographie des transports* (J-J. Bavoux, F. Beaucire, L. Chapelon, et P. Zembri, eds.), Paris, A. Colin, coll. U Géographie.

Zembri, P. (2012), "La conception des transports collectifs en site propre (tcsp) en france : des tracés problématiques ?" *Revue Géographique de l'Est*, 52 (1–2), [online].

Zunino, G. (dir.) (2009), "Densité - opérations de logements et quartiers urbains." Rapport technique, Institut d'aménagement et d'urbanisme d'Ile-de-France (IAU-idf).

Liste des tableaux

1.1 Taux de croissance annuel de la population des aires urbaines entre 1982 et 1999 . . . 21
1.2 Décomposition des évolutions de la population dans les grandes aires urbaines entre 1999 et 2008 . . . 24
1.3 Construction de logement par type entre 2001 et 2010 dans les grandes aires urbaines* . . . 25
1.4 Evolution de la répartition de l'emploi (en %) dans les aires urbaines entre 1968 et 2008 . . . 32
1.5 Part des nouveaux emplois captés par type de territoire entre 1968 et 2008 . . . 32
1.6 Importance des figures d'habiter périurbaines en fonction de la catégorie sociale . . . 44

2.1 Les trois âge des syndicats mixtes de transports . . . 78
2.2 Importance de la population résidant dans les territoires d'entre deux dans les couronnes de grandes agglomérations françaises en 2008 . . . 83

3.1 Lieu d'origine des actifs périurbains (ensemble des agglomérations françaises) . . . 96
3.2 La loi de Reilly . . . 115

4.1 Le problème du flocon de Kock . . . 128
4.2 Profil moyen des types morphologiques (4 classes) . . . 137
4.3 Profil moyen des types morphologiques (6 classes, issue de la CAH) . . . 138
4.4 Comparaison des deux classifications morphologiques . . . 138
4.5 Répartition de la population périurbaine par type morphologique 142

5.1 Application de la méthode de mesure du « point central » de la zone d'apparition" . . . 164

5.2 Seuil d'apparition du second arrêt selon les morphologies 165
5.3 Couverture démographique du réseau à 1 km 169
5.4 Tableau des corrélations de Pearson entre la morphologie et le coût du réseau 177
5.5 Tableaux de contingence et de relation entre morphologie (8 classes) et coût de desserte 177
5.6 Tableaux de contingence et de relation entre morphologie (5 classes) et coût de desserte 178
5.7 Tableau des corrélations de Pearson entre la granulométrie et le coût du réseau 179
5.8 Tableaux de contingence et de relations entre granulométrie (5 classes) et coût 180
5.9 Résultats de la régression et odds ratio 182
5.10 Coefficients de régression et significativité (desserte « capillaire ») 185

6.1 Justification des zones de rabattement des arrêts 192
6.2 Classification des lignes du réseau « hydrographique » 193
6.3 Caractéristiques et potentiel des lignes du réseau « hydrographique » 195
6.4 Coefficient de régression et significativité (desserte « hydrographique ») 197
6.5 Classification des lignes du réseau « bimodal » 200
6.6 Caractéristiques et potentiel des lignes du réseau « bimodal » . . 201
6.7 Coefficient de régression et significativité (desserte "bimodale") . 203
6.8 Coefficient de régression standardisés (desserte « grandes radiales ») 212
6.9 Comparaison des coûts moyens des quatre types de réseau . . . 216
6.10 Périurbains non desservis par les réseaux pour des seuils de 2,4 et 4 km de ligne/1000 hab. 219
6.11 Nombre de périurbains non desservis dans les principales couronnes 222
6.12 Distance entre les habitants et les lignes TC selon les réseaux . . 223

7.1 Attractivité des différentes destinations des déplacements des périurbains des grandes agglomérations (hors retour au domicile) 231
7.2 Motif de mobilité des périurbains 233
7.3 Destinations des périurbains la semaine et le weekend 233
7.4 Vocabulaire de base de la théorie des graphes et graphes bipartis 236
7.5 L'équivalence dans un graphe 247

7.6 Le *blockmodeling* 248
7.7 Flux domicile-travail dans la zone d'étude (501 communes) . . . 249
7.8 Calcul de l'indice d'attractivité des pôles secondaires 260
7.9 Indépendance des pôles de la couronne vis-à-vis de Montpellier . 261

8.1 Principales caractéristiques des EPCI autour de Montpellier (en 2010) 268
8.2 Résultats de l'indice d'accessibilité 292
8.3 Tableau de synthèse des résultats 293

9.1 Tableau de comparaison des différents modes interurbains 300
9.2 Potentiel d'habitants à 1 kilomètres autour des lignes identifiées 317
9.3 Potentiel de voyageurs des lignes identifiées autour de Montpellier 319
9.4 Structure des déplacements sur les lignes identifiées autour de Montpellier 320
9.5 Population supplémentaire entre 2007 et 2040 selon les scénarios 332
9.6 Répartition des habitants supplémentaires entre 2007 et 2040 dans les différents corridors CHNS selon les scénarios 332

B.1 Déplacements quotidiens intercommunaux (ou nombre de navettes) par motif en France 357
B.2 Estimation de la part modale sur trois lignes interurbaines . . . 358

C.1 Avantages et inconvénients des différents types de données . . . 362
C.2 Explication du coût de la desserte "capillaire" (modèle linéaire multiple) 363
C.3 Explication du coût de la desserte "capillaire" avec les variables significatives (modèle linéaire multiple) 364
C.4 Explication du coût de desserte du dernier décile de population par rapport au premier décile (réseau "capillaire")(modèle linéaire multiple) 364
C.5 Explication du coût de desserte du dernier décile de population par rapport au premier décile en teannt compte de la valeur du premier décile (réseau "capillaire")(modèle linéaire multiple) . . 365
C.6 Explication du coût de la desserte "hydrographique" avec les variables significatives (modèle linéaire multiple) 365
C.7 Explication du coût de la desserte "bimodale" avec les variables significatives (modèle linéaire multiple) 366
C.8 Explication du coût de la desserte "grandes radiales" avec les variables significatives (modèle linéaire multiple) 366

C.9 Matrice origine–destination (en %) des déplacements des périurbains 367
C.10 Distance moyenne (en km) des périurbains en fonction de l'origine et de la destination 367
C.11 Destination des déplacements des périurbains en fonction du motif368
C.12 Destination des déplacements des habitants des villes-centres en fonction du motif 369
C.13 Destination des déplacements des habitants des banlieues en fonction du motif 370

Table des figures

1.1 Éléments constitutifs de l'aire urbaine 16
1.2 Des définitions multiples de l'agglomération et de son aire d'influence 17
1.3 Evolution de la population dans les villes-centres, banlieues et couronnes périurbaines entre 1962 et 2006 20
1.4 Migrations résidentielles annuelles entre les sous-ensemble des aires urbaines (1954–1990) 22
1.5 Modalité de croissance démographiques des aires urbaines 23
1.6 Configurations élémentaires de l'enclavement résidentiel 27
1.7 Evolution du nombre d'emploi et du ratio emplois/actifs entre 1968 et 2008 33
1.8 Evolution des distances et temps de navettes domicile–travail entre 1994 et 2008 35
1.9 Répartition des émissions de CO_2 par sous espace des aires urbaines 37
1.10 Neuf modes d'habiter périurbains 42

2.1 Intensité de l'offre par rapport au degré d'extension de la desserte dans les réseaux urbains de plus de 50 000 habitants (2010) 55
2.2 Évolution de l'offre et de la fréquentation des autocars interurbains et des TER entre 1997 et 2012 (base 100 en 1997) 56
2.3 Articulation des réseaux entre AOT de même nature 67
2.4 Articulation financière entre réseaux urbains et interurbains (abonnements combinés) entre 1997 et 2010 69
2.5 Articulation « classique » entre transport départemental et transport urbain 70
2.6 Articulation « avec correspondance forcée » entre transport départemental et transport urbain 71

2.7 Complexité et multiplicité des points de correspondance entre réseau urbain et départemental dans les agglomérations de Bordeaux et Montpellier 72
2.8 Classification des agglomérations selon leurs logiques d'articulation entre transport urbain et départemental en aout 2011 . . 73
2.9 Extensions des pôles urbains et desserte des communes par les transports urbains 76
2.10 Périmètres de transport urbain et aires urbaines dans le Nord-Pas-de-Calais entre 1975 et 2006 77
2.11 Les syndicats mixtes SRU en France en 2012 79

3.1 Des zones d'influence qui peuvent être discontinues et se chevaucher 96
3.2 Représentation spatiale de l'indice d'intensité 97
3.3 Représentation spatiale de l'indice de portée 98
3.4 Représentation spatiale de d'hétérogénéité de la périurbanisation 99
3.5 Intensité de la périurbanisation en fonction de la taille de l'agglomération 102
3.6 Localisation des résidus de la régression sur l'intensité de la périurbanisation 103
3.7 Porté de la périurbanisation en fonction de la taille de l'agglomération 104
3.8 Porté de médiane la périurbanisation en fonction de la taille de l'agglomération (2 droites) 105
3.9 Localisation des résidus de la portée médiane de la périurbanisation 107
3.10 Inégalité de répartition des périurbains en fonction de la taille de l'agglomération 108
3.11 Localisation des résidus de la régression sur l'hétérogénéité de la périurbanisation 108
3.12 Densité du maillage communal et hétérogénéité de la périurbanisation 111
3.13 Résidus de la régression de l'indice d'hétérogénéité en prenant en compte la densité du maillage communal 112
3.14 Densité du système urbain et portée de la périurbanisation . . . 113
3.15 Densité rurale en 1861 et intensité de la périurbanisation 113

4.1 Liste des aires urbaines retenues 118
4.2 Les trois grands principes morphologiques 119

4.3 Les 3 dimensions de la morphologie périurbaine 122
4.4 Comparaison de la BD Carto et de Corine Land Cover sur 3 villages picards 126
4.5 Des ilots très découpés, le problème des jardins privatifs 127
4.6 Délimitation des ilots autour de Nice et Toulouse à partir du carroyage à 200 mètres 129
4.7 Principaux indices de formes 132
4.8 L'indice Fo1 133
4.9 L'indice Fo2 134
4.10 L'indice Fo3 134
4.11 Chaine de d'attribution d'un type morphologique aux ilots . . . 135
4.12 Chaine de validation de la typologie morphologique 135
4.13 Types morphologiques issus de la méthode itérative 136
4.14 Principe de détermination de la population de différents types morphologiques 139
4.15 Morphologie des couronnes périurbaines de Bordeaux et Brest . 141
4.16 Part de la population satellitaire, réticulaire et dispersée dans les couronnes 143
4.17 Classification morphologique des couronnes périurbaines 145
4.18 Classification granulométrique des couronnes périurbaines 147
4.19 Principe de l'indicateur granulométrique 149
4.20 Valeur de l'indicateur granulométrique 150
4.21 Comparaison de l'indicateur granulométrique et de la part de population dispersée 150

5.1 Localisation des sites à Cape Town 156
5.2 Accessibilité théorique et réelle dans un tissus de type lotissement 157
5.3 Accessibilité théorique et réelle dans un tissus de type damier . 158
5.4 Accessibilité théorique et réelle dans un tissus de type linéaire . 159
5.5 Accessibilité théorique et réelle dans un tissus de type hexagonal 160
5.6 Comparaison entre accessibilités théorique et réelle dans une morphologie de type bourg/village français 162
5.7 Exemple de desserte « capillaire » au Nord-est de Nantes 167
5.8 Etapes de création du réseau de desserte 169
5.9 Potentiel de desserte des lignes 171
5.10 Coût du réseau en fonction de la densité de la couronne 173
5.11 Coût du réseau en fonction du rayon des couronnes 175
5.12 "Coût" de la desserte en fonction de la couverture démographique (réseau "capillaire") 187

5.13 Rapport D10/D1 et coût de desserte du premier décile 189

6.1 Desserte « hydrographique » du nord-est de l'AU de Nantes . . . 194
6.2 Coût de la desserte en fonction de la couverture démographique (réseau "hydrographique") 195
6.3 Coût de desserte des couronnes périurbaines par un réseau « hydrographique » 196
6.4 Desserte « bimodale » du nord-est de l'aire urbaine de Nantes . 200
6.5 Coût de la desserte en fonction de la couverture démographique (réseau « bimodal ») 202
6.6 Coût de desserte des couronnes périurbaines par un réseau « hydrographique » 203
6.7 Desserte « grandes radiales » du nord-est de l'AU de Nantes . . 206
6.8 Couverture démographique et coût par rapport aux réseaux « bimodal » des réseaux « grandes radiales » 207
6.9 Comparaison des réseaux "grandes radiales" et "bimodal" 209
6.10 Coût de desserte des couronnes périurbaines par un réseau « grandes radiales » 211
6.11 Comparaison des coûts moyens des quatre types de réseau . . . 215
6.12 Comparaison des coûts de desserte par scénario et par couronne 218
6.13 Deux méthodes pour calculer le seuil de coût de desserte 218
6.14 Nombre de périurbains non desservis en fonction du coût de réseau consenti 220
6.15 Nombre de périurbains non desservis et couverture démographique des réseaux 221

7.1 Destination privilégiée des périurbains des grandes agglomérations françaises en fonction des motifs de déplacement 235
7.2 Destination privilégiée des habitants du centre et des banlieues des grandes agglomérations en fonction des motifs de déplacement 239
7.3 Proximité et spécialisation des espaces 242
7.4 Périmètre d'étude et zonage Insee 250
7.5 Importance des effets de bord dans la zone d'étude 250
7.6 Graphe de départ : navettes domicile-travail à 65 kilomètres autour de Montpellier (3 flux dominants supérieurs à 20 personnes) 252
7.7 Structure spatiale des navettes domicile-travail autour de Montpellier 253
7.8 Structure des navettes domicile-travail à 65 kilomètres autour de Montpellier, partition en 6 blocs 253

7.9 Structure des navettes domicile-travail à 65 kilomètres autour de Montpellier, partition en 21 blocs 255
7.10 Graphes simplifiés de la structure des navettes domicile-travail à 65 kilomètres autour de Montpellier 256
7.11 Structure des navettes domicile-travail dans la couronne de Montpellier 258
7.12 Graphe simplifié de la structure des navettes domicile-travail dans la couronne de Montpellier 258

8.1 Périmètre des Epci et des Scot autour de Montpellier 267
8.2 Principe souhaitable d'accessibilité (à pied) aux équipements et services de proximité 270
8.3 Carte de hiérarchie des fonctions urbaines (Scot du Bassin de Thau) 271
8.4 Les bassins de proximité (Scot du Pic Saint-Loup – Haute Vallée de l'Hérault) 272
8.5 Réseau cible de transports en commun (Scot du Pays de Lunel) 274
8.6 Réseau cible de transports en commun (Scot du Bassin de Thau) 275
8.7 Enjeux de transports en commun (Pdu du Bassin de Thau) . . 275
8.8 Réseau cible de transports en commun (Scot du Pic St-Loup) . 277
8.9 Réseau cible de transports en commun (Scot du Pays de l'or) . 279
8.10 Principe de rabattement des transports en commun sur le réseau armature) 281
8.11 Présentation du terrain d'étude 283
8.12 Présentation des quatre hypothèses d'articulation entre transport départemental et transport urbain 284
8.13 Carte des gains de temps 289
8.14 Carte de comparaison entre le temps en transport public et les temps en voiture 290

9.1 Modalités de desserte des ilots périurbains 304
9.2 Trois modalités desserte de la couronne par les lignes interurbaines 306
9.3 Proposition d'articulation entre réseaux urbains et interurbains en fonction des configurations territoriales 311
9.4 Réseaux de desserte théorique dans la couronne de Montpellier . 314
9.5 Densité de population d'emplois autour de Montpellier 315
9.6 Aire d'attraction de Montpellier et des pôles extérieurs 315
9.7 Délimitation des corridors 317

9.8 Structure des navettes domicile-travail et domicile-étude dans le périmètre CHNS 322
9.9 Proposition de réseau complémentaire aux lignes structurantes . 324
9.10 Proposition d'articulation entre le réseau CHNS et le réseau tramway 326
9.11 Localisation des gains de population dans le scénario 1 : dispersion généralisées 328
9.12 Localisation des gains de population dans le scénario 2 : urbanisation maîtrisée 329
9.13 Localisation des gains de population dans le scénario 3 : contrats d'axe périurbains 330

B.1 Fonctionnement de l'outil de création d'ilots 352
B.2 Abaque indiquant la taille moyenne des ilots et la densité d'ilot en fonction de la densité théorique de population et de l'indicateur granulométrique 355
B.3 Potentiel de navetteurs et de voyageurs sur un axe A-C 359

C.1 Application de la méthode du *blockmodeling* sur les navettes domicile-travail autour d'Angers 371
C.2 Application de la méthode du *blockmodeling* sur les navettes domicile-travail dans l'aire urbaine d'Avignon 372

D.1 Fiche horaire de la ligne Nice-Monaco 374
D.2 Fiche horaire de la ligne Strasbourg-Wasselonne 375
D.3 Matériel adapté à la desserte périurbaine 376
D.4 Couloir réservé à l'entrée de Furdenheim 377
D.5 Utilisation de la bande d'arrêt d'urgence à Grenoble 378
D.6 Principe des voies réservées à contre-sens et exemple à Montréal 379
D.7 Exemples de stations 380
D.8 Intérieur d'un tramway avec guichet à Amsterdam 381
D.9 Identité du service Busway (Nantes) 383
D.10 Identité du service MyCiTi (Cap Town) 383

Table des matières

Introduction générale **1**

I Périurbanisation et transports collectifs, le couple infernal ? 13

1 Mobilité et faibles densités **15**

1.1 De l'agglomération à l'aire urbaine : retour sur 50 années de périurbanisation 16

1.1.1 Quand les villes éclatent 18

1.1.2 Les mécanismes de production des nouveaux paysages urbains 25

1.2 Vivre et bouger dans le périurbain : entre liberté et dépendance 31

1.2.1 Les conséquences de la localisation des activités sur les navettes domicile–travail 31

1.2.2 Un ou des modes de vivre le périurbain ? 38

1.2.3 Le côté obscur des faibles densités : captivité et dépendance automobile 43

1.3 Conclusion : la périurbanisation pose t-elle un problème pour la mobilité ? 49

2 Desservir le périurbain aujourd'hui **51**

2.1 Coût de l'étalement et enjeux de desserte du périurbain 52

2.1.1 Les surcoûts des faibles densités 52

2.1.2 Desservir les faibles densités par le transport collectif, à quel prix ? 54

2.1.3 De l'enjeu d'une bonne accessibilité en transport collectif dans le périurbain 61

2.2 La desserte des espaces peu denses confrontée aux périmètres administratifs 65

2.2.1 Des périmètres multiples aux frontières marquées 65
2.2.2 Des services adaptés aux territoires vécus ? Élargissement du PTU et syndicats mixtes SRU 74
2.3 Coordonner urbanisme et transport pour une ville plus durable . 81
2.3.1 L'injonction à urbaniser près des gares : une solution pour le périurbain ? 82
2.3.2 Des contrats d'axe pour articuler projet de transport et projets urbains 85
2.4 Conclusion : Comment faire évoluer la desserte des espaces peu denses ? 88

II Forme et desservabilité des espaces périurbains 91

3 Caractéristiques périurbaines 93
3.1 Définitions et indices pour définir la périurbanisation 95
3.1.1 Quelle définition pour le périurbain ? 95
3.1.2 Des indices pour qualifier la périurbanisation 97
3.2 Modélisation statistique de la périurbanisation et présentation des effets régionaux 100
3.2.1 L'intensité de la périurbanisation diminue avec la taille de l'agglomération 101
3.2.2 La portée des navettes domicile-travail s'allonge avec la taille de l'agglomération 103
3.2.3 Une hétérogénéité croissante avec la taille des agglomérations 106
3.3 Analyse exploratoire des déterminants des particularités locales 110
3.3.1 Indice d'hétérogénéité de la périurbanisation et irrégularité du maillage communal français 110
3.3.2 Portée de la périurbanisation et concurrence entre les agglomérations 112
3.3.3 Intensité de la périurbanisation et tradition rurale des territoires 113
3.4 Conclusion : Une logique périurbaine avec des nuances d'expression sur le territoire 116

4 Morphologie et granulométrie des espaces périurbains 117
4.1 Diversité morphologique et granulométrique du périurbain . . . 119
4.1.1 Trois grandes formes théoriques 119

4.1.2 Une réalité complexe et hybride 120
4.1.3 Les limites de l'approche « qualitative et empirique » . . 121
4.2 Vers une méthode quantitative de classification morphologique des espaces périurbains 124
4.2.1 Inventaire des données disponibles 124
4.2.2 L'utilisation d'indices de forme en géographie 129
4.2.3 Méthodologie de la caractérisation morphologique des ilots 133
4.3 Morphologie et granulométrie des couronnes des grandes agglomérations françaises 141
4.3.1 Morphologie des couronnes périurbaines de 100 agglomérations 141
4.3.2 Granulométrie des couronnes périurbaines 144
4.4 Conclusion : Un périurbain aux formes variées 151

5 Desservabilité des espaces périurbains par les transports collectifs routiers 153
5.1 Forme des ilots et « efficacité » des arrêts de transport en commun 155
5.1.1 Efficacité de la structure des réseaux viaires dans une perspective de diffusion maximale de la zone desservie par un arrêt 155
5.1.2 Réflexions sur l'efficacité de la desserte des ilots périurbains français par un arrêt 161
5.2 Coût de la desserte directe et exhaustive des couronnes périurbaines 167
5.2.1 Méthodologie retenue 168
5.2.2 Coût de la desserte et lien avec la morphologie et la granulométrie des couronnes 171
5.2.3 Coût de la desserte et population desservie 185
5.3 Conclusion : Desservir tous les périurbains, une impasse ? 190

6 Hypothèses de rationalisation de la desserte des couronnes périurbaines 191
6.1 Desserte totale de la couronne avec rabattements TC et correspondances 193
6.1.1 Méthodologie retenue 193
6.1.2 Coût général de la desserte 194
6.1.3 Différence de coûts de la desserte selon les couronnes . . 196
6.1.4 Un réseau optimisé mais au coût très dépendant des organisations périurbaines 198

6.2 Desserte totale de la couronne avec rabattements mode doux et correspondances 199
6.2.1 Méthodologie retenue 199
6.2.2 Coût général de la desserte 200
6.2.3 Différence de coûts de la desserte selon les couronnes . . 201
6.2.4 Un réseau optimisé peu influencé par la morphologie et la granulométrie 204
6.3 Liaisons TC uniquement sur les grandes pénétrantes 205
6.3.1 Méthodologie retenue 205
6.3.2 Coût de la desserte 205
6.3.3 Différence de coûts de la desserte selon les couronnes . . 210
6.3.4 Un réseau entre optimisation et mise à l'écart des territoires d'entre deux 213
6.4 Efficacité des scénarios et desservabilité des couronnes 214
6.4.1 Comparaison des coûts de desserte des différents scénarios 214
6.4.2 Coûts de desserte et « laissés pour compte » 217
6.4.3 Distance entre les habitants et les lignes selon les différents réseaux 222
6.5 Conclusion : Quelle forme de réseau pour desservir les faibles densités ? 224

III Des réseaux confrontés aux pratiques de mobilité et à la gouvernance des territoires : étude de cas sur Montpellier 227

7 Les nouvelles structurations des espaces périurbains 229
7.1 Métro, boulot, dodo et le reste : autonomie et dépendance des espaces périurbains 230
7.1.1 Motifs de mobilité périurbaine et relation à l'agglomération 231
7.1.2 Périurbains et urbains fréquentent-ils les mêmes lieux ? . 238
7.1.3 Autonomie et spécificités fonctionnelles des territoires urbains, quels enseignements pour les transports et la recherche ? 243
7.2 Utilisation du *blockmodeling* pour identifier les structures et polarités secondaires 245
7.2.1 Repérer et hiérarchiser les flux structurants 245
7.2.2 Mise en évidence des aires d'influence des grands pôles (1ère et 2ème partitions) 252

7.2.3 Polarités multiples à l'intérieur de la *couronne* de Montpellier (3ème partition) . . . 257
7.2.4 Quels sont les apports du *blockmodeling* ? . . . 261
7.3 Conclusion : Des mobilités périurbaines complexes qui appellent à l'articulation des réseaux . . . 263

8 Planifier l'articulation des réseaux dans des systèmes multi-polarisés 265
8.1 Articulation des échelles de mobilité dans les politiques d'aménagement . . . 266
8.1.1 Liste des documents de planification autour de Montpellier 266
8.1.2 La recherche de la proximité : un élément consensuel . . . 268
8.1.3 Articuler les échelles : des objectifs différents selon le positionnement territorial . . . 273
8.2 Optimiser l'articulation entre réseau interurbain et TCSP . . . 282
8.2.1 Un terrain à enjeux et quatre scénarios testés . . . 282
8.2.2 Impact des modalités d'articulation sur l'efficacité de la ligne . . . 286
8.2.3 Synthèse des résultats . . . 292
8.3 Conclusion : Quelle articulation pour répondre aux mobilités entre périphéries ? . . . 295

9 Réflexions autour du Car à Haut Niveau de Service : exemple d'application 297
9.1 Le Car à Haut Niveau de Service : éléments de définition . . . 299
9.1.1 Un mode qui prend le meilleur de la route et du rail . . . 299
9.1.2 Proposition de caractéristiques techniques . . . 301
9.2 Le CHNS, un mode qui prend en compte le territoire . . . 302
9.2.1 Modalité de desserte des ilots périurbains . . . 302
9.2.2 CHNS et organisation du réseau . . . 305
9.2.3 CHNS et articulation avec le réseau urbain . . . 308
9.3 Proposition d'une méthode pour définir un schéma directeur CHNS . . . 313
9.3.1 Recherche de corridors denses et d'axes structurants . . . 313
9.3.2 Définition du potentiel et comparaison des différents corridors . . . 316
9.3.3 Comprendre les polarités secondaires pour organiser les rabattements . . . 320

9.4 Évaluation du potentiel du CHNS à Montpellier actuellement et à horizon 2040 . . . 327
9.4.1 Trois scénarios de répartition des nouveaux habitants à horizon 2040 . . . 327
9.4.2 Un réseau interurbain à fort potentiel s'il est articulé avec les politiques d'urbanisation . . . 331
9.5 Conclusion : Un dialogue nécessaire entre acteurs de la ville pour favoriser l'émergence du haut niveau de service périurbain . . . 334

Conclusion générale **337**

Annexes **347**

A Catalogue de formes **347**
A.1 Formes « pures » ou « simples » . . . 348
A.2 Formes « hybrides » . . . 349

B Méthodologies complémentaires **351**
B.1 Création d'ilots à partir des données carroyées à 200 mètres . . . 352
B.2 Création de l'indice granulométrique . . . 354
B.3 Estimation de la fréquentation des lignes de CHNS . . . 356

C Tableaux et figures complémentaires **361**
C.1 Données vecteur *versus* données raster . . . 362
C.2 Sorties des modèles statistiques dans R . . . 363
C.3 Mobilité des urbains et périurbains des agglomérations de plus de 100 000 habitants . . . 367
C.4 Quelques exemples de *blockmodeling* sur d'autres agglomérations 371

D Quelques exemples de bonnes pratiques **373**
D.1 Fréquence, amplitude de service . . . 374
D.2 Matériel roulant . . . 375
D.3 Ligne sur autoroute . . . 376
D.4 Infrastructures . . . 377
D.5 Stations . . . 380
D.6 Billettique . . . 381
D.7 Personnel à bord . . . 381
D.8 Identité du service . . . 382